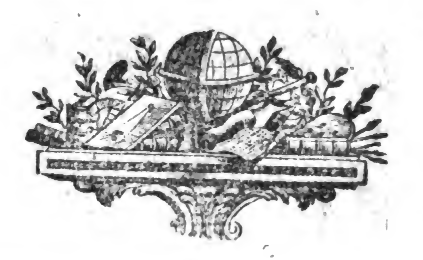




Vorlesungen
aus der
Naturlehre
von
Joseph Weber.

Ausgetheilt
auf dem akademischen Saale zu Dilingen,
als der hochwohlgebohrne Reichsfreiherr
Clemens Adelmann
von Adelmannsfelden ꝛc.
aus allen Theilen der Philosophie Theses öffentlich
vertheidigte, im August 1789.



Dilingen,
gedruckt bei Bernhard Kälin, hochfürstl. bischöflichen
Universitätsbuchdrucker und Buchhändler.
1789.

Omnis naturalis philoſophia duplicem adhibet ſcalam, aſcenſoriam, et deſcenſoriam, ab experientia ad axiomata, ab axiomatibus ad noua inuenta.

Verulam.

Dem

Hochwürdigst- Durchleuchtigsten

Fürsten

und

Herrn Herrn

Clemens Wenceslaus

Erzbischof zu Trier, des heiligen römischen Reichs durch Gallien, und das Königreich Arelat Erzkanzler, und Churfürsten, Bischof zu Augsburg, gefürsteten Probst und Herrn zu Ellwang, gefürsteten Administrator zu Prüm, königlichen Prinzen in Polen und Lithauen, Herzogen zu Sachsen rc.

Meinem gnädigsten Churfürsten

und

Herrn Herrn.

Hochwürdigster Erzbischof,
Durchleuchtigster
Churfürst,
gnädigster
Fürst und Herr,

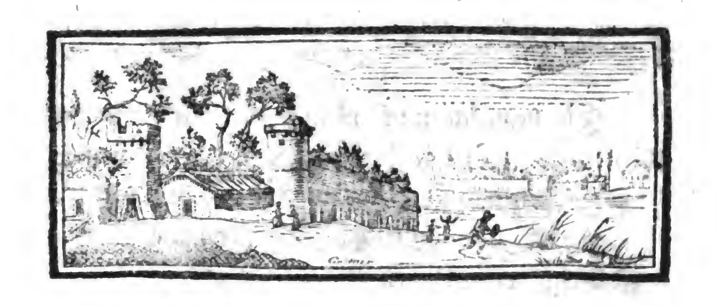
Eure Churfürstliche Durchleucht geruheten allergnädigst zu erlauben, daß ich meine Disputirsätze aus allen Theilen der Philosophie Höchst Ihrem Namen unterthänigst wiedme.

Mein Vater, meine Lehrer und ich sind von dieser allerhöchsten Gnade innigst gerührt, und außerordentlich darüber erfreuet.

Und was unsere Freude noch mehr erhöhet, und die allerhöchste Gnade Eurer Churfürstlichen Durchleucht sowohl bei Höchst

Ihrer Universität als bei meiner ganzen Familie unvergeßlich machet, ist die allergnädigste Entschließung, daß Höchst Dieselbe meiner öffentlichen Prüfung in Höchst eigener Person beiwohnen wollen.

Freilich sollte ich fürchten, daß meine Antworten und abgelegte Proben vom Erwerb meiner philosophischen Kenntnisse den Erwartungen Eurer Churfürstlichen Durchleucht nicht gleich kommen werden; allein mein Zutrauen auf die allergnädigste Nachsicht eines huldreichesten und wohlwollendsten Fürsten, ist so un-



Vorrede.

Diese Vorlesungen aus der Naturlehre sind nur für Anfänger, und insbesondere zum Handbuch für meine Schüler bestimmt.

Das gegenwärtige Bändchen enthält die ersten zwei Abhandlungen, welche die sogenannte allgemeine Phisik befassen. Die übrigen Lehren der eigentlichen Phisik werden in ähnlichen Abhandlungen nachkommen.

Ich

Ich bemühte mich meinen Unterricht aus der Naturlehre dem Fassungskreise aller meiner Zuhörer anzubequemmen, und denselben bei der nöthigen Kürze, deutlich, zusammenhängend und vollständig vorzutragen.

Ich wünsche dadurch, meinen Hörern von dem Reichthume der Natur einen Fingerzeig zu geben, ihnen das Studium der Phisik interessant obendrein leicht zu machen, und auf diese Weise so viel möglich allen nützlich zu werden, um dadurch der weisesten Absicht des **Durchleuchtigsten Churfürsten, unsers hochwürdigsten Bischofs und Herrn, auf Höchst Ihrem** Befehl meine Vorlesungen erscheinen, einiger massen zu entsprechen.

Dilingen den 20. Jul.
1789.

unumschränkt, daß ich mit Muth und unerschrockener Ehrfurcht diesen feierlichen Akt beginne.

Möchte ich nur so glücklich sein, **Eurer Churfürstlichen Durchleucht** einigen Beweis geben zu können, daß ich meine erste zwei akademische Jahre nicht ohne Fleiß und nicht ohne Bildung meiner Geisteskräfte zurückgelegt habe; möchte ich vor dem Aufrechthalter dieser Akademie und dem mächtigsten Beschützer der Wissenschaften und Künste, den man in der höchsten Person **Eurer Churfürstlichen Durchleucht** verehret bewundert, blicken lassen. Daß

es mir daran gelegen sei, einstens für den Staat und vornehmlich für den Dienst meines allerdurchleuchtigsten Churfürsten und Herrn brauchbar zu werden!

Ich ersterbe in allertiefester Unterwürfigkeit

Dilingen den 24. Jul.
1789.

Eurer Churfürstlichen
Durchleucht

Unterthänigst gehorsamster
Clemens Adelmann
von Adelmannsfelden.



Einleitung
in die Naturlehre.

1.

Wirkliche Wesen, die zusammengesetzt sind, und unter die Sinne fallen, nennen wir Körper.

* Das Merkmal: wirkliche, unterscheidet die Körper, welche wir mittels der Sinne empfinden, von den Gedankenkörpern, womit sich die Mathematik beschäftigt, und das: unter die Sinne fallen, bezeichnet den Unterschied zwischen Körper (Corpus) und Materie (Materia.)

2.

Alles, was wir an den Körpern durch Hilfe der Sinne erkennen, ist körperlich; ist das Außenher, bloß Phänomen, nicht Natur derselben.

3.

Allein die forschende Vernunft läßt sich ungerne durch die Erkenntniß der Außenseite körperlicher Dinge beschrenken; sie will mit ihrem Geistesblicke durch die sinnliche Hülle eindringen, und unter dieser

das Unsinnliche entdecken; sie will nemlich aus dem, was Wirkung ist, dessen Ursache herausfinden.

4.

Aber eben hierinn versteigt sich so leicht die menschliche Vernunft, und geräth auf Irrwege. — Ich berufe mich auf die Geschichte neuerer Zeiten. Etwa vor anderthalb hundert Jahren waren die willkührlichen Lehrgebäude von der Natur der Körper und der Erscheinungen in der Körperwelt, ein Vorzug großer Gelehrten. — In unsern Tagen sind alle Theorien beinahe ganz außer Kredit gekommen; man nimmt den Ton an: "Gieb Gewißheit, oder bekenne, daß du nichts wissest." Nemlich die menschliche Vernunft kam von einem Extreme zum andern.

5.

Ich versuche es, meinen Gang so in der Mitte zu nehmen. Es ist, nach meiner Meinung, eine verkehrte Sache, die Natur nach Diskretion unsers Dünkels zu behandeln. Aber ich kann im Gegentheile auch nicht billigen, daß man fodere: "Gewißheit oder Geständniß der Unwissenheit!" — Denn dieß heißt bei der Unmöglichkeit, überall die Wahrheit zu finden, auch die Annäherung zu derselben verbauen, die Schnellkraft des Forschungsgeistes abspannen, und allen guten Folgen des Nachdenkens über die natürlichen Dinge, den Weg verrennen.

6.

Man hat freilich mit den Hipothesen Unfug getrieben, und man treibt ihn manchmal noch; aber

viel

viel Gutes kam dennoch auch vom nüchtern Gebrauch derselben; die Hipothesen sind schon gar oft die Funken gewesen, welche in der Dekonomie, Chemie, Astronomie und vielen andern Zweigen der natürlichen Erkenntnisse großes Licht angezündet haben. — Es ist ein sehr schädlicher Irrthum, wenn man die Hipothesen, Theorien, Sisteme, Lehrgebäude u. d. gl. für Wahrheiten hält: Wahrheiten sind sie nicht; aber sie führen dazu, können wenigstens dazu führen; — sie erwecken Durst nach bessern Wissen; sie werfen Fragen auf, die nur die Erfahrung beantwortet; und die ohne Hipothese, ohne Theorie, nie in eines Menschens Sinn gekommen, und so ewig ohne Auflösung geblieben wären. — Wie oft ist eine Hipothese, wozu die Natur selber einen Wink gegeben, nicht ein Stahl gewesen, der an den Stein der Natur angeschlagen, und Funken — neue Entdeckungen, herausgelocket hatte?

Allerdings ist nur die Gewißheit ächtes Gold; allein welcher Staat prägt sich nicht eine Nothmünze aus geringerem Metalle, wenn es ihm am hinlänglichen Gold gebricht? — Soll es der Vernunft ganz unzulässig sein, die Hipothese als eine Nothmünze im Reiche der Wahrheit zu gebrauchen?

Man schätzt die Nachtleuchte des Mondes hoch und werth, sobald die Sonne mit ihrem Tagsglanz unter den Horizon getreten: sollen wir uns anders verhalten in Hinsicht auf Wahrheit, und nicht auch einigen Werth legen auf die Wahrscheinlichkeit da, wo es uns an Gewißheit fehlet? — Vorausge-

setzt, daß gleichwie der Staat die **Kupfermünze** **keine Goldmünze**, und gleichwie alle Gesunddenkenden den **Mondesschein keinen Sonnenschimmer** nennen, so **auch wir die Hipothese keine Demonstration**, und die **Wahrscheinlichkeit keine Gewißheit** heißen.

7.

Es ist demnach immer ein wichtiges und gemeinnütziges Bemühen der philosophischen Vernunft, **aus dem Sinnlichen dieser Körperwelt, den nichtsinnlichen Grund desselben zu vermuthen**: — und eben **dieses Bemühen der philosophischen Vernunft aus den Erscheinungen, (Wirkungen, dem Verursachten,) den hinlänglichen Grund (die Ursache,) zu vermuthen**, heiße ich die **Naturlehre**, **Naturkunde**, **Naturwissenschaft**, **Phisik** — Physica.

* Das mißdeutige Wort: **Natur** gilt hier für den Innbegrif der Kräfte aller Dinge, welche diese Körperwelt ausmachen, oder für die Summe aller wirkenden Wesen der Sinnenwelt.

8.

Unsere Naturlehre beschäftigt sich also:

1. mit **Beobachten** und **Erzählen** dessen, was beobachtet worden.

2. mit **Nachdenken** über das Beobachtete, und mit **Vermuthung** der Ursache desselben.

Das

Das erste liegt im Kreise der Gewißheit; das andere gehört in den Bezirk der Wahrscheinlichkeit, die bald grösser bald kleiner ist.

9.

Ich unterscheide daher zwischen einer assertorischen und einer forschenden Naturlehre — zwischen einer, die bloß behauptet, und einer, die fleisig beobachtet, und nüchtern vermuthet. Jene mag ihr Ansehen verlieren, aber diese ist, wie mich dünkt, der Bemühung des Lehrens und des Lernens recht wohl werth.

10.

Der **Umfang** der Naturlehre ist unabsehbar groß; alles, was sich befühlen, mit dem Auge sehen, oder mit einem andern Sinn erfassen, und gleichsam angreifen läßt — alle Erscheinungen in der grossen weiten Sinnenwelt gehören in ihr Gebiet. Man hat deßhalb schon seit langem mehrere Hauptzweige der Naturlehre unterschieden, dieselben als so viele besondere Wissenschaften angesehen, und auf eigenen Lehrstühlen behandelt. Derlei Hauptzweige der Naturwissenschaft sind:

1. die Naturgeschichte oder Naturalienkunde (historia naturalis)
2. die Chemie (Chimia)
3. die Zergliederungskunst (Anatomia)
4. die angewandte Mathematik (Mathesis adplicata)

5. die Geographie, phisische (Geographia physica.)
6. die phisische Sternkunde (Astronomia physica.) u. s. w.

11.

Ich nehme alle diese Wissenschaften in meine Vorlesungen über die eigentliche Phisik in so weit auf, in wie weit sie dienen als Hilfswissenschaften zur nähern Erkenntniß der Natur, und als nöthige Mittel zur Vollständigkeit der eigentlichen philosophischen Naturerkenntniß.

12.

Ich rechne daher zur eigentlichen Naturlehre folgende Theile:

I. die Lehre von den allgemeinen Eigenschaften der Körper.
II. die Lehre von den verschiedenen Bewegungsgesetzen und derer Anwendung auf die Statik und Hidrostatik.
III. die Lehre von den chemischen Operationen, in so ferne ihr Grund erforscht, und davon die Anwendung auf den Versuch gemacht wird, mancherlei Naturerscheinungen zu erklären. Wo dann auch die Untersuchung von den chemischen Elementen, und derer Anzahl beigefügt wird.
IV. die Lehre von den Eigenschaften der chemischen Elementen, in so ferne dieselben für uns da, und sinnlich sind: als
V. Von der Luft,

VI.

VI. Von dem Feuer,

VII. Vom Wasser, von der Erde, und dem Salz.

VIII. die Lehre von den Naturalien, in wie weit der Grund ihrer Aenderungen aufgesucht wird.

IX. die Lehre von unserer Erdkugel.

X. die Lehre von dem Weltgebäude überhaupt.

XI. die Lehren von Erscheinungen, welche in die angeführten Rubriken nicht wohl passen, z. B.

Die Lehre von der Elektricität,

Die Lehre vom Magnet — u. s. w.

13.

Die **Methode**, nach der ich diese Lehren vortrage, ist eben diejenige, wozu der gegebene Begrif von der Naturlehre (n. 7.) anweiset.

Ueberall gehe ich von der Erfahrung aus, stelle Beobachtungen und Versuche an; ziehe richtige Schlüsse daraus, und legitimire die Schlüsse an dem Probierstein der Induktion: woraus denn der Gehalt der Schlüsse in Hinsicht auf die Wahrheit nach der Vollständigkeit der Induktion beurtheilt werden kann.

14.

Der **Nutzen** der Naturlehre ist weitschichtiger und mannigfaltiger, als daß er nach seinem vollen Werthe unter den Gesichtskreis der Anfänger könnte gebracht werden: ich führe nur zur Ermunterung ihres Fleißes an:

1. Machet die Phisik aufmerksam auf die Natur, dieses unerschöpfliche Vorrathshaus der

schönsten und des Nachdenkens würdigsten Dingen, und erweiteret unsere Erkenntniß ungemein.

2. Weiset sie stets auf die Erfahrung hin, als die Basis und Grundfeste aller menschlichen Kenntnisse; übet dadurch das Aufmerken im Beobachten und schärfet den Beobachtungsgeist zum Bemerken.

3. Sie lehret die körperlichen Wesen näher kennen, und zu unserm Vortheile besser gebrauchen.

4. Sie verwahret uns vor Verwunderung, die in gar vielen Fällen schimpflich ist.

5. Sie bewahret gegen den Aberglauben, der aus der Unwissenheit in der Naturkunde entspringt, und deckt das Thörichte und Fabelhafte in manchen oft sehr allgemein geglaubten Sagen und sehr ausgebreiteten Meinungen auf.

6. Durch nähere Kenntniß der Natur, die uns die Phisik verschaffet, werden wir immer deutlicher gewahr, die Nutzbarkeit der Dinge, die Verknüpfung und das Verhältniß derselben, das Ebenmaß und die Schönheit einzeler Theile, die Ordnung und Harmonie aller untereinander u. s. w.

7. Da lernen wir dann die Werke der Natur als Meisterstücke erkennen, und darinn einen Urheber schauen, der Weise, Mächtig, Gütig, ist ohne seines gleichen. u. s. v. a. m.

15.

Die Geschichte dieser Wissenschaft, die vielen Veränderungen, die sie gelitten, und ihre weitern

Schick=

Schicksale, lassen sich in einer Einleitung, und bei Anfängern nicht verständlich genug abhandeln. Ich werde bei einzelen Materien das Lehrreichste aus der Geschichte anführen, und darüber meine Anmerkungen machen.

Hier führe ich nur zu einiger Vorkenntniß überhaupt an, daß die Phisik in alten Zeiten keine große Fortschritte gemacht habe. Die Alten beschäftigten sich zwar mit der Erkenntniß der Natur; allein, weil sie bei ihren Bemühungen die Erfahrung nicht zu Grund gelegt, kamen sie nicht weit.

Mit dem Anfange des siebenzehenten Jahrhunderts fieng eigentlich eine glücklichere Epoche für die Naturwissenschaft an. Nachdem Keppler, ein Deutscher, und Galileo Galilei, ein Italiäner, ohne alle Schulphilosophie durch die blosse Beobachtungskunst sehr wichtige Entdeckungen gemacht hatten; so nahm Franz Baco, ein Engländer, Gelegenheit, das Unzulängliche der alten Philosophie, darzustellen, und eine andere Methode einzuführen, nemlich die **Erfahrungsmethode.**

Bald nachher trug Rene Descartes (**Renatus Cartesius**) zur Gründung einer neuen Philosophie das meiste bei. Und wäre Cartes in der Naturlehre ein eben so großer Zweifler, als wie in der allgemeinen Philosophie gewesen; so hätte sich die Phisik noch bei seinen Lebenszeiten zu einer großen Vollkommenheit erschwungen; allein sein Geschmack, die Natur nach seiner lebhaften Einbildungskraft zu erklären, hatte einen ähnlichen Geschmack bei den

größten Männern seiner Zeit erweckt, denselben noch auf andere fortgepflanzt, und so den raschen Gang der Naturlehre aufgehalten.

Bis endlich Isaak Newton in England wieder mit neuem Eifer auf Erfahrung gedrungen, die Mathematik mit der Phisik verbunden, und durch viele neue Entdeckungen auf diese Weise die Erfahrungsmethode beliebter und allgemeiner gemacht hatte.

Von dieser Zeit an hat die Naturlehre wirklich große Erweiterungen erhalten.

16.

Der itzige Flor der Naturwissenschaft ist aber in mehr als Einer Ursache gegründet; ich zähle derer einige auf; zu ihrer Aufnahme trugen bei:

1. Die Verdrängung der scholastischen dunkeln und leeren Wortmacherei,

2. Die Dekreditirung der willkührlichen Hipothesen,

3. Der Eifer, immer mehrere Erfahrungen einzuholen, und die Resultate derselben durch Induktion zu berichtigen,

4. Die Entdeckungen vieler nützlicher Instrumente und Maschinen, welche eben gerühmter Eifer veranlasset,

5. Die Zuhilfnehmung der Mathematik, der Naturgeschichte und Chemie,

6. Die Naturaliensammlungen, die aller Orten veranstaltet worden,

7. Die Anlegung neuer Bibliotheken und der dadurch erfolgte häufigere Absatz phisikalischer Bücher,

8.

8. Die Unterstützung reicher Personen aus dieser Absicht,

9. Das Bemühen der Gelehrten, die Naturlehre gemeinnützig zu machen, und zum Vortheile der Gewerbe, der Künste u. d. gl. anzuwenden.

10. Die Akademien und gelehrten Gesellschaften, die in allen Reichen und Provinzen entstanden, und sich ein Gesetz machten, bloß die Natur zum Gegenstand ihrer gemeinschaftlichen Bemühungen zu wählen. u. s. w.

* Beispiele, Erläuterungen, Ausführung 2c. — mündlich; so werden auch beim Vortrage, jene phisikalische Schriften empfohlen, welche für Anfänger zweckmässig scheinen, oder welche dem, der weiter kommen will, weiter helfen können.

Erste Abhandlung.

Inhalt der ersten Abhandlung, von den allgemeinen Körpereigenschaften.

1. Begrif, und Aufzählung der allgemeinen Körpereigenschaften.

2. Deutliche Erklärung derselben.

3. Beweis ihrer Allgemeinheit.

4. Frage: ob die Körper Kräfte besitzen?

5. Gründe für die Wirklichkeit der Kräfte in den Körpern, und für die Einfachheit der Körperelemente.

6.

6. Auflösung der Frage, wie aus einfachen, unausgedehnten Wesen etwas ausgedehntes entstehen könne?

7. Gründe für die Bewegungskraft, als einer Grundkraft der Körper.

8. Gründe für die Wirklichkeit der Stoß- und Ziehekräfte, als der abgeleiteten Kräfte aus der Bewegungskraft.

9. Gesetze dieser Kräfte.

10. Besondere Gründe für die Wirkung der körperlichen Wesen in die Ferne, für die Actio in distans.

11. Gründe, daß die Stoß- und Ziehekräfte in jedem Elemente verschiedene Energie äußern, und sich in weitere oder engere Sphären, ausdehnen.

12. Versuch, alle Körpereigenschaften aus den stoßsenden und anziehenden Kräften zu erklären.

a. Die **Ausdehnung**: wo von Dichte und Lockernheit der Körper, und von den Gesetzen derselben gehandelt wird.

b. **Zusammenhang**, wo nach dem Grade des Zusammenhanges die Körper in feste und flüssige, und jene wieder in harte, weiche ꝛc. getheilt, und die Gesetze des Zusammenhanges bestimmt werden — Auch von den Wirkungen, wenn feste mit flüssigen Körpern in Berührung kommen; von den Wirkungen des Zusammenhanges, welche mit einer Bewegung verknüpft sind; vom Steigen der Flüssigen in Haarröhrchen u. s. w.

c.

c. Die **Theilbarkeit**, wo Gründe angeführt werden für die erstaunliche Grösse der Theilbarkeit und für das Beschrenktsein derselben.

d. Die **Undurchdringlichkeit.**

e. Die **Porosität.**

f. Die **Federkraft**, wo von vollkommener und unvollkommener specifischer und absoluter, gleichförmiger und ungleichförmiger Elasticität gehandelt; die Geschichte seltsamer Meinungen von der Ursache der Federkraft erzählet wird u. s. w. auch werden die Gesetze der Elasticität so wohl der festen als flüssigen Körper angeführt und erklärt.

g. Die **Compressibilität.**

h. Die **Ausdehnbarkeit.**

i. **Beweglichkeit**, Gründe für eine innerliche Ursache der Bewegung eines jeden bewegten Körpers; allgemeinste Gesetze der Bewegung; Grösse der Bewegung; Hindernisse der Bewegung —

1. Vom Mittelding.

2. Vom Zusammenhang der Theile des Mittels.

3. Von der Reibung.

k. Die **Schwere**: 1. Haupterscheinungen. 2. Geschichte von den Meinungen der Ursache derselben. 3. Gründe, daß die anziehende Kraft, die im umgekehrten Quadratverhältniß mit den Abständen abnimmt, die

wah-

wahre Ursache der Schwere sei. 4. Befriedigende Erklärung der Phönomene. 5. Auflösung der Einwürfe.

13. Schlußanmerkung.

Erste Abhandlung.

Lehre von den allgemeinen Körpereigenschaften.

1.

Allgemeine Körpereigenschaften sind diejenigen, welche allen Körpern, ohne Ausnahme, zukommen: zu diesen rechne ich

1. Ausdehnung,
2. Zusammenhang,
3. Theilbarkeit,
4. Undurchdringlichkeit,
5. Porosität,
6. Federkraft,
7. Compressibilität,
8. Ausdehnbarkeit,
9. Beweglichkeit,
10. Schwere.

2.

Ausdehnung, Extensio, ist jene Eigenschaft der Körper, wodurch die Theile derselben sich aus- und nebeneinander befinden... Ausdehnung ist das Auseinander und Nebeneinander der Theile.

Zusammenhang, Cohaesio, ist jene Körpereigenschaft, wodurch die Theile der Körper aneinander halten, so, daß es eine Gewalt braucht, die Theile zu trennen.

Theil-

Theilbarkeit, Divisibilitas, ist jene Eigenschaft, nach welcher die Theile der Körper wirklich voneinander, und in einen andern Ort können gebracht werden.

Undurchdringlichkeit, Impenetrabilitas, ist jene Eigenschaft der Körper, nach welcher zwei oder mehrere Körper nicht an die nemliche Stelle kommen können.

Porosität, Porositas, besteht darinn, daß die Körper Zwischenräume haben, die von aller Materie leer sind.

Federkraft, Elasticitas, ist jene Eigenschaft der Körper, vermöge welcher sie die durch eine äußerliche Gewalt abgeänderte Figur wieder zurücknehmen können, sobald die äußere Gewalt zu wirken aufhöret.

Compressibilität, Compressibilitas, ist jene Eigenschaft, nach welcher die Theile der Körper sich näher, und so in einen engern Raum können gebracht werden.

Ausdehnbarkeit, Dilatabilitas, ist jene Eigenschaft, vermöge welcher die Theile der Körper weiter voneinander, und so in einen grössern Raum können ausgebreitet werden.

Beweglichkeit, Mobilitas, ist jene Körpereigenschaft, wodurch die Körper geschickt sind, ihren Ort zu verändern, und eine andere Stelle oder Lage einzunehmen.

Schwere, Gravitas, ist jene Eigenschaft der Körper, vermöge welcher alle Körper, sich überlassen, auf die Erde fallen.

Die

Die Allgemeinheit dieser Körpereigenschaften

3.

Erhellet aus der Erfahrung. Wer immer die Augen öfnet und aufmerket, nimmt wahr, daß alle Körper, die um uns sind, und die wir beobachten können, ausgedehnt, zusammenhängend, theilbar, undurchdringlich, beweglich, und schwer seien.

Alle Körper, die flüssigen und die festen geben unter gewissen Umständen einen Schall, von sich: nun aber ist kein Schall gedenkbar ohne Federkraft der schallenden Körper, wie wir es in der Abhandlung von der Luft hören werden: es besitzen daher alle Körper eine Federkraft.. Nur heißt man die Körper nicht elastisch, außer sie haben diese Eigenschaft in einem hohen Grade.

Da aber alle Körper elastisch sind, so sind sie eben darum auch alle compressibel und ausdehnbar.. Besonders da wir aus Versuchen wissen, daß die Kälte alle Körper in einen engern Raum zusammenziehe; die Wärme aber alle Körper in einen grössern Raum ausspanne u. s. w.

Daß alle Körper porös seien, lehren unzählige Erfahrungen z. B.

1. Die Effekte der simpathetischen Dinte.

2. Das Verschlucken des Wassers — durch die Asche, welche in einem Glase eingedrückt ist.

3. Die Theilung einer Silbermünze in dünne Blättchen, wenn sie mit Schwefelleber bestreuet, und über das Feuer gesetzet worden.

4. Das Durchscheinen des Lichtes durch Gläser, Edelsteine, Kristalle und — durch alle in dünne Flächen gearbeitete Körper u. s. w.

* Die Induktion, woraus wir die Allgemeinheit angeführter Körpereigenschaften erweisen, wird in der Folge immer vollständiger.

** Bevor wir nun den Versuch machen, den Grund der allgemeinen Körpereigenschaften anzugeben, müssen wir allererst untersuchen:

4.

Haben die Körper Kräfte, und in wieferne kommt den Körpern irgend eine Kraft zu?

1. Ich kenne kein Wesen in der Natur, das ohne Thätigkeit, ohne Folgen, und durch Unwirksamkeit gleichsam isolirt wäre. Die Welt sehe ich an als ein Ganzes, worinn alle Theile wenigstens mittelbar, wie die Ringe an einer Kette, zusammenhängen.

2. Die Dinge außer uns offenbaren sich, und machen sich uns erkennbar bloß durch Eindrücke und Wirkungen auf unsere Sinne. Wir sehen z. B. die Körper durch das Licht, welches sie in unser Aug schicken; wir hören sie durch die Luft, welche sie mächtig

erschüttern; wir befühlen sie durch den Widerstand, den sie uns thun u. s. w.

I. Es giebt also in allen Körpern eine Ursache aller der Aenderungen, die wir durch Hilfe der Sinne an ihnen wahrnehmen, oder die wir durch ihre Eindrücke auf uns, in uns selber erfahren. Nun aber nennen wir die Ursache der Wirkungen Kraft: es giebt also in allen Körpern eine Kraft.

* Aber körperliche Kraft, wie anstößig dem feinen Ohr des Metaphysikers? — Allerdings, wenn der Ausdruck so roh genommen wird, als er zu klingen scheint. — Denken wir weiter nach!

5.

In den Körpern kann ich nichts denken, außer Theile und ihre Zusammensetzung; nur Lage derselben, Ebenmaaß unter ihnen rc. — Nun sind aber Zusammensetzung, Lage, Ebenmaaß der Theile keine Wesen, sind nur Beziehungen der Wesen — der vereinigten Theilchen: die Kräfte also, welche die Körper in ihren Wirkungen äußern, müssen in den Theilen selber, und zwar in den einfachen Theilchen der Körper sein; — denn sonst hätte man nur eine andere Zusammensetzung, eine andere Lage der Theile, und kein eigentliches Subjekt der Kräfte.

6.

Folgesätze.

I. Die wirkliche Thätigkeit, die wir an allen Körpern, welche wir kennen, wahrnehmen, beweiset also:

1. Die **Wirklichkeit der Kräfte** in denselben, und
2. Die Realität der **Einfachheit** der Theile, aus denen alle Körper zuletzt bestehen, und zusammengesetzt sind.

II. Und die Körper besitzen in so ferne Kräfte, in wie ferne sie Aggregate einfacher Substanzen sind.

7.

Einwurf.

Wie wird aber aus der Zusammensetzung einfacher Theilchen eine **Ausdehnung** möglich? — Was keine Ausdehnung hat, kann ja keine Ausdehnung geben: aus Nullen entsteht keine Zahl: aus Nichts wird Nichts?

Antwort. Freilich kann aus unausgedehnten Dingen **unmittelbar** nie etwas ausgedehntes entstehen; wohl aber **mittelbar** — nemlich, mittels gewisser Abstände der einfachen Punkte voneinander, können und müssen ausgedehnte Dinge entstehen: alswie aus Nullen mittels einer oder mehrerer Einheiten eine Zahl entstehen kann und muß. Nemlich der Schluß ist dieser: Es giebt ausgedehnte Wesen, welche aus einfachen Theilchen zusammengesetzt sind (n. 6.)

Ausdehnung aber ist nur möglich mittels der Abstände oder der Zwischenräume (gegenwärt. n.)

Also sind die Körper, welche aus einfachen Be-

standtheilen bestehen, eben durch die Abstände und Zwischenräume ausgedehnt.

* In der Schulsprache heißt der Satz: die einfachen Bestandtheile der Körper bilden durch Zwischenräume die Ausdehnung, also: die einfachen Elemente der Körper berühren einander nicht mathematisch, sondern phisisch — das ist, nicht unmittelbar, so, daß sich zwischen den einfachen Punkten kein Abstand oder Zwischenraum gedenken ließe, und sich vorfände; sondern mittelbar, so, daß eins vom andern absteht, und mithin dieselben mittels dieses Abstandes außer und neben einander existiren.

8.

Grundkraft der Körper.

Man benennt die Kräfte von der Wirkung her, die sie hervorbringen; so heißt man z. B. die Ursache der Gedanken, Denkkraft. — Wir richten uns nach diesen Sprachgebrauch auch hier in Benennung der Körperkräfte.

Merken wir auf die Aenderungen, welche in den Körpern vorgehen, und welche sie hervorbringen; so lösen sie sich alle in **Bewegung** auf: die Körper nemlich verändern entweder ihre Stelle, oder sie werden ihren Umfange nach, grösser oder kleiner, oder es geschieht eine Versetzung ihrer Theile u. d. gl.

Die Grundkraft also der Körper, auf welche alle andere Körperkräfte zu reduciren sind, ist eine **Bewegungskraft**, Vis motrix.

9.

Abgeleitete Körperkräfte.

Bewegen sich die Körper wirklich oder bewegen sich ihre Theile; so erfolgt entweder ein Voneinandertreten oder ein Annähern derselben: die Bewegungskraft äußert sich daher vornehmlich auf zweierlei Art; und heißt, in so ferne sie das Voneinandertreten erwirkt, **Stoßkraft** (Vis repulsiua) und in wieferne sie das Annähern verursacht, **Ziehekraft** (Vis adtractiua) — weil wir im gemeinen Leben die Körper durch Stossen zu entfernen, und durch Anziehen dieselben anzunähern pflegen.

* Klären aber die Stoß- und Ziehekräfte etwas auf über die Natur der körperlichen Wesen? — Gerade so viel, als Verstand und Wille über die Natur des Geistes aufklären... Genug, daß wir durch diese Ausdrücke Kürze in unsere Sprache bringen; daß wir darnach auf eine leichte Weise unsere Begriffe ordnen und klassifiziren — daß wir von der Körperwelt zur Geisterwelt den stäten Uebergang — und zwischen der Ziehekraft und dem Wollen — zwischen der Stoßkraft aber und dem Nichtwollen eine so große Analogie entdecken u. s. w.

10.

Gründe für die Realität der Stoßkraft.

Versucht man die Körper zusammenzudrücken durch Pressen, durch Auflegung der Gewichte,

oder auf eine andere Weise, so bringt man sie aufs höchst, in einen engern Raum; der Ausdehnung werden dieselben nie beraubt, können derselben nie beraubt werden.

Mithin vermag keine bekannte Gewalt die Theile irgend eines Körpers sich einander so nahe zu bringen, daß nicht noch Abstände dazwischen lägen — keine bekannte Gewalt vermag es, die Theile der Körper zur unmittelbaren Berührung zu bringen (n. 7.).

Aber eben deßhalb muß Etwas in den Theilen der Körper sein, das das weitere Annähern hindert, und macht, daß dieselben voneinander abstehen, und auseinander bleiben: Nun eben dieses Etwas muß eine Kraft sein, weil es eine so auffallende Wirkung hervorbringt; und zwar eine Stoßkraft, weil es das weitere Annähern verhindert, und das Voneinandersein erwirkt (n. 9.):

Es ist also in den einfachen Theilchen aller Körper eine Stoßkraft wirklich.

II.

Gründe für die Realität der Ziehekräfte.

Man bemerkt durch ganz gemeines Beobachten, daß die Theile sowohl flüssiger als fester Körper also zusammenhalten, daß es eine Gewalt braucht — eine grössere oder kleinere, um dieselben zu trennen. Man breche

breche z. B. einen Stab; man schneide ein Papier durch; man watte durch ein Wasser u. s. w. überall muß man eine Gewalt anwenden, um den Zusammenhang der Theile zu überwinden.

Es muß also in allen Körpern Etwas sein, das der Absonderung der Theile widersteht, und das Zusammenhalten derselben bewirkt: dieses Etwas ist eine Kraft, weil es Wirkungen hervorbringt, und zwar eine anziehende Kraft, weil sie das Annahen verursacht (n. 9.):

Es ist demnach in den Theilchen aller Körper auch die anziehende Kraft wirklich.

* Fodert nicht selbst die Möglichkeit der Materie und eines zusammenhängenden körperlichen Wesens die Wirklichkeit der Stoß- und Ziehekräfte? — Die Stoßkraft allein, wodurch die Theile der Materie einander fliehen, würde, wenn ihr nicht eine andere bewegende Kraft entgegen wirkte, alle Theile zerstreuen; und da würde dann nie in einem angeblichen Raume, eine angebliche Quantität Materie zu finden sein... Die Anziehungskraft allein, würde, wenn ihr keine Stoßkraft entgegen wirkte, alle Theile so lange zur Annäherung determiniren, bis gar kein Abstand mehr zwischen denselben statt hätte; d. i. bis sie in einen mathematischen Punkt zusammenflössen; und da würde denn der Raum wieder leer und ohne Materie sein.

12.

Gesetze der Stoß- und Ziehekräfte.

I. Das Ziehen und Stossen der einfachen Körpertheilchen geht durch die leeren Räume nach allen Richtungen in die Ferne (Elementa corporum agunt in distans); — denn die einfachen Punkte sind in keiner unmittelbaren Berührung (n. 7.) wirken also da, wo sie nicht sind, d. i. wirken in die Ferne.

* Ehemals hielt man eine Wirkung in die Ferne (actio in distans) für etwas unmögliches: in unsern Tagen aber finden auch die scharfsichtigsten Philosophen nichts widersprechendes darinn: Emanuel Kant behauptet aus mehrern Gründen die Wirkung der materialen Wesen in die Ferne (Metaphisische Anfangsgründe der Naturwissenschaft S. 59.). Hievon noch weiter unten ausführlicher.

II. Die stossende Kraft wächst, wenn die Abstände abnehmen; — denn drücke ich z. B. eine Schneeballe fester zusammen, und bringe durch diesen Druck die Theile in einen engern Raum, mithin sich einander näher, so fodert der Druck eine grössere Gewalt. Nemlich die Abstände nehmen ab, und der Widerstand wächst: da nun die Kraft dem Widerstand gleich sein muß, so wird die Stoßkraft der Theile vergrössert, wenn ihre Abstände verkleinert werden.

III.

III. Die Ziehekräfte wachsen, wenn die Abstände wachsen, bis auf gewisse Grenzen; — denn man spanne z. B. eine Saite! man erfährt sogleich, daß der Widerstand um so viel grösser ist, als stärker die Saite in der Länge ausgedehnt wird: da nun bei jeder Verlängerung der Saite die Abstände der Theile grösser, und unter diesen Umständen die Kräfte, welche dem Voneinandertreten der Theile hinderlich sind, widerstehender werden, so wirken ja die Ziehekräfte stärker, wenn die Abstände grösser geworden.

* Bis auf gewisse Grenzen, denn wird die Spannung auf einen zu hohen Grad getrieben, so bricht die Saite u. s. w.

** Die Ziehekräfte, welche bis auf gewisse Grenzen zunehmen, nenne ich die wachsenden Ziehekräfte.

IV. Die Stoß= und Ziehekräfte, welche im Grunde nur Aeußerungen und Modifikationen der Bewegungskraft sind, können ihre Wirkungen nicht in den nemlichen, sondern in abwechselnden und zwar überaus kleinen Abständen thun; denn in abwechselnden Abständen hat das Anziehen und Abstossen nichts Widersprechendes an sich; — daß aber die Wirkungskreise dieser Kräfte in äußerst engen Raum eingeschlossen sein müssen, erhellet schon daraus, daß auch die unsichtbare Materie aus vielen Theilen bestehe, die sich einander wechselweise ziehen und stossen; denn die unsichtbare Materie besteht schon aus Punkten, die nebeneinander und zusammenhängend sind.

V. In den gar allerkleinsten Abständen, wo das weitere Annähern verhindert und dadurch das Nebeneinander erwirkt wird, herrschet die Stoßkraft.

VI. In Abständen, welche etwas grösser, aber noch immer unmerklich sind, und wo das Aneinandersein, das Zusammenhalten verursacht wird, wirket die Ziehekraft.

* Um die Vorstellung der angezeigten Wirkungskreise zu erleichtern, sehe man A, Fig. 1. Kupfertafel I. als eine Materie an, die aus drei einfachen Punkten a, b, c, zusammengesetzt ist. Die Sphären e, e, e begrenzen die Stoßkraft, welche macht, daß die einfachen Punkte nicht näher zusammentreten, und die Sphären f, f, f, begrenzen die Ziehekraft, welche macht, daß die einfachen Punkte aneinander hangen.

** Die angeführten Gesetze kann man sich auch deutlich vorstellig machen an dem Bilde, welches Fig. 2. Tab. I. darstellt: wovon mündlich.

VII. Die Ziehekraft, welche allen Materietheilchen zukommt, und bis auf gewisse Grenzen mit den Abständen wächst, nimmt bei erweiterten Abständen wieder ab; — Bei sehr erweiterten Abständen ist die Trennung der Theile einer geringen Gewalt etwas leichtes — bei sichtbaren Abständen ist die Ziehekraft der Materietheilchen untereinander nicht einmal mehr merklich.

* Diese Kräfte, welche ihr Abnehmen beginnen, nenne ich die abnehmenden Ziehekräfte.

** Höret die Ziehekraft in sichtbaren Abständen zu wirken ganz auf? — dieß zu behaupten

hat

hat man keinen Grund: die Ziehekraft jedes einzelen Elementes kann immer abnehmen, und dennoch in weiten Abständen, wohin die abnehmende Ziehekraft aller vereinigt wirkender Elemente reicht, noch wirksam werden.

*** Nehmen diese Ziehekräfte im geraden Verhältniß mit den Abständen ab? — Verbreitet sich eine Kraft durch einen grössern Raum, so muß gewiß ihre Thätigkeit auf die mehrern Wesen, welche einen grössern Raum ausfüllen, kleiner sein, und um so viel kleiner sein, als grösser der Raum und die Entfernung vom wirkenden Punkt ist. — Betrachte man nur die Kraft des Lichtes, das sich in einer Sphäre verbreitet, seine Stärke nimmt ab, wie die Räume wachsen, und da diese wachsen wie die Quadrate der Entfernungen vom leuchtenden Punkt (Fig. 3. T. I.) so nimmt die Stärke des Lichtes in eben diesem Verhältniß ab. Sollte nicht eben dieses Gesetz beim Abnehmen der Ziehekräfte aus ähnlichem Grunde statt haben? — Ja, die Vermuthung erhält in der Folge ein grosses Gewicht, daß

VIII. Die anziehenden Kräfte der Körperelemente sich in unermeßliche Räume erstrecken; aber

IX. Im verkehrten Quadratverhältniß der Abstände abnehmen.

* Um dieses Wirken bis in entfernte Räume hinaus noch mehr zu bestätigen, füge ich bei

13.

Besondere Gründe für die Wirkung in die Ferne, Actio in distans.

1. Selbst der Begrif vom: auf etwas anders wirken, schließt die Actio in distans ein; denn sollte z. B. ein Materietheilchen an demselben Orte wirken, wo es selbst ist, so würde das Ding, worauf es wirkt, gar nicht außer ihm sein; oder bedeutet etwa das Außerhalbsein nicht die Gegenwart eines Dinges an jenem Orte, wo das andere nicht ist?

2. Die Erde zieht den Mond an, wie dieß die Astronomie beweiset; die Erde wirkt also auf etwas, das gar sehr weit von ihm entfernt ist.

3. Wenn die Erde und der Mond einander wirklich berührten, so wäre dennoch der Punkt der Berührung ein Ort, in welchem weder die Erde noch der Mond existirt; denn beide sind um die Summe ihrer Halbmesser voneinander abstehend.

4. Nicht einmal ein Theil weder von der Erde noch von dem Mond wäre im Punkt der Berührung wirklich; denn dieser Punkt läge in der Grenze beider erfüllten Räume u. s. w.

I. Der Frage also: "kann ein Wesen unmittelbar wirken da, wo es nicht ist?„ mag man eine andere entgegensetzen: „ kann ein Wesen auf ein anders unmittelbar wirken, ohne auf dasselbe aus der Ferne zu wirken? —

14.

Gründe, daß die Stoß- und Ziehekräfte in jedem Elemente verschiedene Energie äußern, und sich in weitere oder engere Sphären ausdehnen.

---

1. Wir entdecken in der Welt eine große Mannigfaltigkeit der Körper in Hinsicht der Ausdehnung und des Zusammenhanges. Wie könnte die nemliche Stoß- und Ziehekraft, welche der Grund von Ausdehnung und Zusammenhang sind, so verschiedene Wirkungen erzeugen?

2. Wären die Stoß- und Ziehekräfte in allen Körperelementen ganz gleich, so ließe sich zwischen denselben kein Unterschied gedenken: welches doch offenbar mit dem Grundsatze der Unkennbaren (Principium indiscernibilium) streitet.

I. Es sind daher in verschiedenen Körperelementen die Stoß- und Ziehekräfte wirklich verschieden.

II. Diese Stoß- und Ziehekräfte sind in einem Körperelement mehr, in einem andern weniger reel, d. h. bei den nemlichen Abständen in einem stärker als in dem andern — oder bei einem Elemente auf weitere Abstände thätig als bei dem andern; denn ein anderer Unterschied der einfachen Körperelemente ist nicht gedenkbar.

* Die Anzahl der Elemente in den Körpern ist erstaunlich groß, wie wir nachher zeigen werden; aber die Grösse der Kräfte ist auch wie jedes Quantum bis ins Unendliche modifikabel, der Innigkeit und der Ausbreitung nach (quoad intensionem et quoad extensionem) und mithin ist die Verschiedenheit der Kräfte ein zureichender Grund für die unendlich verschiedene Ausdehnung und Zusammenhaltung der Körper.

** Eine öftere Abwechslung der Kräfte, frequens alternatio Virium, wie es Boschowich ausdrückt, und in einer *Curua* abbildet, hat keinen hinlänglichen Grund.

15.

Versuch, die allgemeinen Körpereigenschaften aus den zurückstossenden und anziehenden Kräften zu erklären.

I. Die Ausdehnung.

Die Stoßkräfte machen, daß die einfachen Körpertheilchen nicht zum mathematischen Kontakt kommen, und mithin daß sie außerhalb einander und nebeneinander sind. Nun aber das Nebeneinander giebt den Begrif von Ausdehnung: die Stoßkraft also ist hinlänglicher Grund der Ausdehnung.

* Alle ausgedehnte Dinge sind begrenzt, mit Linien umschlossen d. i. haben eine Figur; diese Begrenzungen, und die daraus entstehenden Körpergestalten sind erstaunlich mannigfaltig: aber die Kräfte der Körperelemente sind auch unendlich modifikabel (n. 14. *.)

16.

16.

Ausgedehnte Wesen heissen dicht (densa) oder locker (rara.)

Jeder Körper ist in die Länge, Breite und Tiefe ausgedehnt. Die Grösse des Raumes, den der Körper durch sein Ausgedehntsein einnimmt, nennen wir mit einem eigenen Namen Rauminhalt, Inbegrif des Körpers, (Volumen;) die Menge seiner Theile aber, welche sich in dem Raume befinden mit dem eigenen Ausdruck: die Masse des Körpers (Massa.)

Stellen wir uns den Raum, welchen ein Körper einnimmt, ganz mit Materie ausgefüllt, ohne alle leere Zwischenräume vor, so denken wir uns einen absolut dichten Körper (Corpus absolute densum); allein, da zwischen jedem Elemente Abstände sind, und ihre Wirkung durch leere Räume in die Ferne reicht, (n. 12.) so erhellet es, daß es in der Natur nicht wohl einen Körper von absoluter Dichtigkeit gebe. — Gewiß, das Maximum der Dichtigkeit ist unerweislich; mithin der Begrif von Dichtheit pur relativ.

17.

Dicht oder locker nennt man einen Körper in Vergleichung seiner Masse und seines Inbegriffes, mit der Masse und dem Inbegrif eines andern, und zwar also, daß jener Körper dichter heißt, welcher

1. bei einerlei Inbegrif mehr Materie enthält, — oder

2. bei der nemlichen Masse einen kleinern Inbegrif hat. — Erläuterung durch Beispiele mündlich.

I. Es läßt sich also die Dichtigkeit der Körper an und für sich nicht ausdrücken; nur Verhältnisse lassen sich finden, und zwar durch folgende Sätze:

a. Wenn zwei Körper einerlei Rauminhalt haben, so verhält sich ihre Dichtigkeit wie ihre Masse und

b. Wenn zwei Körper einerlei Masse haben, so verhalten sich ihre Dichtigkeiten umgekehrt alswie die Räume, die sie einnehmen — algebraisch D: $d = \frac{M}{V} : \frac{m}{v}$.

* Muschenbröck (Indroductio ad philos. nat.) und nach ihm, viele andere Naturforscher untersuchten die verschiedene Dichtigkeit mannigfältiger Körper, indem sie das Regenwasser als eine Einheit annahmen, und darnach die übrigen Körper klassifizirten. — Davon an einem andern Orte weitläuftiger.

** Wenn ein Körper in jedem gleich großen Theil gleichviel Masse enthält, so sagt man von ihm, daß er gleichförmig dicht sei. Z. B. dem Wasser, dem Queckfilber ꝛc. eignet man die gleichförmige Dichtigkeit zu. Im widrigen Falle heißt der Körper ungleichförmig dicht z. B. die gemeine Luft, welche sich um uns her befindet, und in verschiedenen Höhen eine verschiedene Dichtheit besitzet.

18.

Den Grund der Verschiedenheit der Körper in Rücksicht auf Dicht- und Lockernheit

Finden wir unschwer in der bald mehr bald weniger ausgedehnten Stoßkraft der Körperelemente, und in der Verschiedenheit der Figuren, womit die Materietheilchen schon, wegen der Ungleichheit der Kräfte in ihren Bestandtheilen, versehen sein müssen — denn von beiden diesen angegebenen Ursachen hängt es ab, ob ein Mehr oder ein Minder leerer Räume in den Körpern statt habe.

19.

II. Zusammenhang.

Ohne Zusammenhang wäre die Welt ein unförmliches Chaos. Die Fähigkeit der Materietheilchen aneinander zu halten, machet dieselben der Gestalt, der Schönheit u. s. w. erst empfänglich, und der wirkliche Zusammenhang ertheilt eigentlich allen Körpern ihre Brauchbarkeit für uns. Dieß Phönomen zog daher zu allen Zeiten die Aufmerksamkeit denkender Köpfe auf sich, und der vielfältig gemachte Versuch, dasselbe zu erklären erzeugte der Hipothesen viele und mannigfältige.

Die Peripätetiker gaben mit ihrer Qualität der zweiten Ordnung ein neues Wort, aber keine Erklärung.

Der Leim und das Kutt der Alten, das sie in die Zwischenräume der Körper hineindachten, oder ihre Ringe und Häckgen, die ihre Einbildung den Körpertheilchen zutheilte, und sie dadurch zusammenhängen machte — lösten den Knotten nicht auf, denn die Frage bleibt, was ist der Grund des Zusammenhanges des Leimes, des Kuttes, der aus vielen Theilen zusammenhangenden Ringe u. s. w.?

Wäre nach Cartes die Ruhe der Theile der Grund des Zusammenhanges, so würde zur Trennung der Theile keine grössere Gewalt erfodert als zu ihrer Bewegung, das doch mit aller Erfahrung streitet.

Würde die Luft, wie Jakob Bernoulli meint, die Ursache des Zusammenhanges sein; so könnte im luftleeren Raume kein Zusammenhang statt haben — oder wäre es eine weit feinere Materie, welche das Vermögen hat auch die Gläser zu durchdringen, zu der Bernoulli nachher seine Zuflucht genommen, und sie Aether benennt hat, so ist kein Grund, warum der Zusammenhang nicht das Verhältniß der Oberfläche beobachte — u. s. w.

Die meisten Naturforscher haben bereits aufgehört den Grund des Zusammenhanges im Mechanismus des Körpers allein, oder in einer äußerlichen Ursache zu suchen.

Die Ziehekräfte, für derer Wirklichkeit wir Gründe angeführt (n. 11.) widerstehen der Absönderung der Theile; nun giebt aber eben dieß den Körpertheilchen ihren Zusammenhang: und so

er-

erklären die anziehenden Kräfte, welche allen einfachen Körpertheilchen zukommen, diese allgemeine Körpereigenschaft hinlänglich und befriedigend.

20.

Die Gesetze des Zusammenhanges

Lassen sich aus dem Begrif der Ziehekräfte, welche den Zusammenhang bewirken, ganz natürlich bestimmen.

1. Je mehrere Theile jene Lage haben, worinn sie ihr Anziehen aufeinander wirksam äußern können — (mit andern Worten, je mehrere Theile sich einander vortheilhaft berühren,) und

2. Je höher der Grad der Energie dieses Anziehens ist, desto zusammenhangender müssen die Theile der Körper sein. Algebraisch C = N V. Die Erfahrung widerspricht diesen Sätzen nirgends, erhebt vielmehr dieselben zu Naturgesetzen.

* Die Naturforscher, welche behaupten, daß die Stärke des Zusammenhanges allgemein im Verhältniß der Dichtigkeit sei, können nicht wohl erklären die Erscheinungen bei den Versuchen Muschenbröcks (Institut. phys. §. 736. Introduct. ad Cohaes. C. III. ab Exper. 48.) Er verfertigte sich aus allen Gattungen der Metalle gleich dicke Drate; ihr Durchmesser war durchgängig 0, 1 rheinländ. Zoll, und versuchte, wie viel Gewicht erfodert würde dieselben zu zerreißen. Auch bemerkte Muschenbröck (Instit. phys. ad finem P. I.) das Verhältniß der Dichtigkeit derselben untereinander: und das Resultat seiner Versuche war,

Zusammenhang		Dichtigkeit
Der Drat vom reinsten Gold brach nach angehängtem		(mit der Voraussetzung n. 17. *.)
Gewichte von tt.	500 —	19, 640
Von Silber ----	370 —	11, 091
der von Blei ----	29, 25 —	11, 310
vom deutschen Eisen ---	450, —	7, 645
vom reinsten Zinn ---	49, 25 —	7, 320

Aehnliche Versuche machte Muschenbröck mit viereckigten, 0,27 rheinländ. Zoll breiten Stäbchen von verschiedenem Holze — er erfuhr

Zusammenhang		Dichtigkeit
Stäbchen vom Tannenholz - von tt.	600 —	0, 550
Eichen ---	1150 —	0, 929
Ulmen ---	950 —	0, 600
Buchen ---	1250 —	0, 854
Eschen ---	1250 —	0, 845

** Auch Buffon, der eine Abhandlung von der Stärke des Holzes schrieb (Experience sur la force du Bois) erfuhr aus ähnlichen Versuchen, daß der Zusammenhang sich nicht allgemein in seiner Stärke oder Schwäche nach der Dichtigkeit richte.

21.

Die verschiedenen Phänomene des Zusammenhanges

Lassen sich auch wirklich aus den angeführten Gesetzen befriedigend erklären z. B.

1.

1. Warum Gold durch Beisatz des Silbers, Silber durch zugesetztes Kupfer, Kupfer durch Mischung mit Zinn, Zinn durch Zusatz des Bleies u. s. w. einen stärkern Zusammenhang erhalte.

2. Woher der Zusammenhang der Körper durch Zusammenleimen, Pappen, Kütten, Verzinnen, Löthen, Zusammenschweissen u. s. w.

3. Warum die Metalle durch mässiges Hammern in ihrem Zusammenhange verstärkt werden.

4. Warum Tücher, aus Wolle gestrickte Kleider rc. durch Walken beinahe noch einmal so stark werden, als sie vorher gewesen.

5. Warum Stricke um so viel dauerhafter sind, aus je feinern Fäden sie zusammengesailt sind.

6. Warum geballter Schnee zusammenhängender ist als ungeballter, warum eine Wachskugel desto fester an das Brett anklebet, in je mehrere Berührungspunkte sie durch den Ausdruck mit dem Brett gekommen, warum zwei Bleikugeln, die etwas glatt geschnitten, und übereinander gedrückt, nur mit merklichem Gewicht getrennt werden u. d. gl.

7. Warum das Holz nach der Richtung der Fibern, nach welcher mehrere leere Räume sind als nach Quere, leichter als nach dieser zu klieben sei.

8. Warum eine Wagschale, welche in Berührung mit einer Wasserfläche gekommen, nur durch grosses Gegengewicht, das man in die andere Schale legt, wieder könne los gerissen werden.

9. Warum Muschenbröcks Cilinder (de Cohaer. C. XX.) so stark zusammenhangen, daß sie nur durch große Gewalt voneinander getrennt werden können. u. s. w.

22.

Ist der Zusammenhang der feinsten Körpertheilchen eines Körpers so schwach, daß sie mit der geringsten Gewalt nach jeder Richtung können bewegt werden, ohne die ganze Masse zu bewegen, so giebt man so einem Körper den Namen eines **flüssigen** (fluidum corpus); im widrigen Falle eines **festen** (corpus firmum.)

I. Festigkeit und Flüssigkeit der Körper sind daher nur Modifikationen des Zusammenhanges, und haben ihren Grund in den Ziehekräften, die sich bald stärker bald schwächer äußern. Nämlich

23.

Feste Körper

Sind diejenigen, derer Theile nur mit wirklicher Gewalt getrennt und abgesöndert und während dem Zusammenhange nicht bewegt werden können, ohne die ganze Masse zu bewegen: und da die Trennung der Theile bald leichter bald mühesamer geschieht, benennt man die festen Körper wieder mit besondern Ausdrücken:

harte oder weiche (dura vel mollia)
spröde oder mürbe (frangibilia vel friabilia u. s. w.

Har=

Harte — derer Figur sich weder durch ein Ziehen noch ein Drücken ohne Trennung der Theile verändern läßt z. B. Steine, Holz 2c.

Weiche, derer Figur ohne großen Widerstand; und ohne Trennung der Theile kann abgeändert werden z. B. Thon, nicht kaltes Wachs 2c.

Spröde, sind jede harte Körper, die ihres Zusammenhanges bei Anwendung einer äußerlichen Gewalt schnell können verlurstigt werden z. B. Glas = Thongeschirre 2c.

Mürbe — sind jene spröde Körper, die ihren Zusammenhang durch eine geringe äußerliche Gewalt verlieren können.

24.

Erklärung der eben erzählten Phönomene.

Die Abänderung der Figur durch Verschieben kann nicht geschehen, außer es treten einige Körpertheilchen näher zusammen, und andere entfernen sich voneinander: nun in beiden Fällen weichen die Theile aus der Lage, wo die Kräfte der Absönderung widerstehen. Nach dem Grade der Stärke dieser Kräfte richtet sich natürlich der Zusammenhang, und nach diesem unser Sprachgebrauch in Benennung der Körper. — Sind in einem Körper die der Absönderung widerstehenden Kräfte stark, so widersteht er der Abänderung seiner Figur mächtig uud wir nennen ihn hart — Breiten sich die anziehenden Kräfte auf

weite Abstände noch merklich aus; so lassen sich seine Theile verschieben, ohne daß eine Trennung derselben folgt, und der Körper heißt denn weich, zähe, ziehbar rc. — Erstrecken sich die wachsenden Ziehekäfte (n. 27. III. **) auf ganz kurze Abstände, so sind nach angewendter Gewalt die zusammenhangenden Theile schnell aus ihrer Wirkungssphäre verschoben, der Körper bricht schnell, und da nennen wir ihn alsdenn brüchig, spröde, oder mürbe, je nachdem zum Brechen seiner Theile eine grössere oder kleinere Gewalt erfodert wird.

25.

Der Grund der Flüssigkeit

Liegt entweder in den sehr schwachen Ziehekräften, welche die flüssigen Theile untereinander besitzen, oder in der sehr geringen Anzahl der Berührungspunkte, oder in beiden zugleich.

Das letzte findet vermuthlich bei den für sich flüssigen Körpern, bei der Luft und dem Feuer statt — das zweite aber bei allen übrigen flüssigen oder flüssig gemachten Massen; denn es lehret

Die Erfahrung, daß alle flüssige Körper, (Luft und Feuer ausgenommen,) z. B. Wasser, Oele, Geister, Merkurius rc. und alle durch das Feuer flüssig gemachte z. B. Metalle, Glas, Harze rc. durch die Kälte zu festen Massen werden —

Es

Es haben also die Theile der flüssigen oder flüssig gemachten Körper an und für sich starke Ziehekräfte — ein gewisser Grad von Wärme hindert bloß ihre Wirksamkeit vornehmlich dadurch, daß sie die Theile des Körpers in Bewegung setzt, und durch ihr Eindringen die Berührungspunkte seiner Theile vermindert —.

* Die Kugeln und Sphären berühren sich einander nur an sehr wenigen Punkten: deßhalben mag die Figur der Theile flüssiger Wesen kugelförmig, sphärisch sein. — Nach dem Grade der Annäherung der Körpertheilchen zur Kugelgestalt müssen dieselben eine grössere oder kleinere Flüssigkeit gründen.

26.

Wirkungen, die sich äußern, wenn feste und flüssige Körper in Berührung kommen.

Versuche, 1. Taucht man den trockenen Finger, ein Stücklein Stein, Metall, Glas 2c. in einem flüssigen Wesen z. B. im Wasser ein, und zieht den Finger oder das eingetauchte Stück wieder heraus, so findet man dieses oder den Finger allemal befeuchtet.

2. Der nämliche Erfolg ist, wenn ein Stück Gold, Silber, Kupfer, Zinn oder Blei in den Merkurius getaucht wird.

I. Die Theile einer flüssigen Masse können von einem untergetauchten Körper nicht herausgezogen wer-

den, außer ihr gemeinschaftlicher Zusammenhang und ihre Schwere werden überwunden . . . Dieses aber kann nicht anders geschehen als durch eine Kraft, welche stärker ist, als der gemeinschaftliche Zusammenhang der Theile und ihrer Schwere. — Da aber keine andere als die Ziehekraft das Anhangen bewirkt, so muß in allen Fällen, wo sich flüssige Körper an die festen anhängen und diese befeuchten, naß machen ꝛc. die Ziehekraft der festen Körper vermögend sein, den gemeinschaftlichen Zusammenhang des Flüssigen, und die Schwere seiner abgesonderten Theile zu überwinden.

27.

Weitere Versuche. 1. Ist der Finger, das Stücklein Glas, Metall ꝛc. vor dem Eintauchen in das Wasser mit Fett bestrichen oder mit Hexenmehl (Semen Lycopodii) bestreuet, so hängt sich am eingetauchten Finger ꝛc. kein Wasser an.

2. Eben dieß erfolgt auch alsdann, wenn der Finger, Glas, Stein ꝛc. im Merkurius untergetaucht wird.

I. Es giebt daher feste Körper, welche auf die flüssigen eine zu schwache Ziehekraft ausüben, als daß sie den gemeinschaftlichen Zusammenhang der flüssigen Theile untereinander und die Schwere derselben überwinden könnten.

* Die Erfahrung lehret, daß alle Holz- und Steinarten, das Glas, die Mauern ꝛc. vornehmlich aber Salz, auf das Wasser und wässerichten Dünste, welche mit der Luft zusammenhangen, eine mächtige Ziehekraft; — alle Arten von Fett aber Unschlitt, getrocknete Pflanzen ꝛc. eine sehr schwache

Zieh-

Ziehekraft äußern: Mit Salz gemengtes Wasser zieht auch fette Körper an, und wird davon angezogen ꝛc.

** Man erklärt sich nun leicht: 1. Warum man im gemeinen Leben Schlösser, Gewehre, Beschläge von Eisen ꝛc. mit Fett gegen Rost zu verwahren suche.

2. Warum von der verarbeiteten Wolle, z. B. Tüchern ꝛc. die Fette durch Walkererde abgesondert wird, um dieselben besser färben zu können ꝛc.

3. Warum man sich beim Tuchbleichen und beim Waschen der Leinengräge sich der Seife und Lauge bediene ꝛc.

4. Warum man aus einem Wasser, dessen Oberfläche mit Semen Lycopodii bestreuet ist, mit trockenen Finger eine Münze, einen Ring u. d. gl. herausnehmen kann. u. s. w.

28.

Wirkungen des Zusammenhanges, welche mit einer Bewegung verknüpft sind.

Sobald jene flüssige Wesen, welche eine grössere Ziehekraft auf gewisse feste Körper äußern, als jene ist, welche ihre Theile untereinander haben, so müssen ganz natürlich diese Theilchen der Flüssigen dem stärkern Zug von außen folgen, und sich gegen die festen Körper hinbewegen (n. 25.) Darauf gründen sich die Erscheinungen folgender Versuche.

1.

1. Man tauche in ein Gefäß, in welchem Wasser steht, eine enge unten und oben offene Glasröhre z. B. ein Stück von einem Barometerröhrlein! — Sobald das Röhrlein die Oberfläche des Wassers erreicht, so bewegt sich das Wasser gegen dasselbe, und steigt von Innen ringsum empor — desto höher empor, je enger das Röhrlein ist.

2. Die in den Röhrlein emporgehobene Masse des Flüssigen kommt allemal der Grösse und Masse eines Tropfens gleich, den es gewöhnlich bildet, wenn nach dem Herausnehmen des Röhrleins aus dem Flüssigen, die anhängenden Theilchen herabfließen und an dem untersten Theil gesammelt hangen bleiben.

* Diese Phönomene werden auch im luftleeren Raume wahrgenommen.

I. Der Grund des Emporsteigens des Wassers in der Röhre liegt in dem Glasringe, der die Oberfläche des Wassers berührt: und dieser Grund ist kein anderer, als das Uebermaaß der anziehenden Kräfte, womit dieser oberste Glasring den Zusammenhang der Wassertheilchen, und die Schwere der in die Höhe gehobenen Masse übertrift. Deßwegen muß

II. Das Emporsteigen des Wassers oder eines andern Flüßigen, das vom Röhrlein angezogen wird, so lange fortdauern, bis das immer anwachsende Gewicht desselben, der Ziehe= oder der erhebenden Kraft des Glasringes gleichkommt: — folglich

III. Je dünner die Röhren und je stärker die gegenseitigen Ziehekräfte des Röhrleins und des Flüssigen sind, desto höher muß dessen Emporsteigen sein.

IV.

IV. Flüssige Materien, derer Tropfen verschiedene Grössen haben, müssen in einerlei Röhre zu verschiedenen Höhen steigen.

* Daraus die Erklärung: 1. Warum der Merkurius und andere Flüssige, die gewöhnlich dem Glase nicht anhangen, in den Glasröhrlein nicht emporsteigen, sondern wohl gar tiefer stehen als außer demselben —

2. Warum die flüssigen Massen an den Wänden der Gefässe, welche sie befeuchten, ringsum in die Höhe steigen und in der Mitte eine Höhlung bilden —; in Gefässen aber, welche die flüssigen nicht naß machen, an den Seiten herum eine Kavität in der Mitte der Geschirre eine Konverität erzeugen . . .

3. Warum die Tropfen flüssiger Wesen auf einigen Flächen zerfließen, auf einigen ihre Kugelgestalt unverändert behalten u. s. w. Nemlich dahin müssen sich die Theile der Flüssigen bewegen, woher ein stärkeres Ziehen kommt 2c.

29.

V. Die Höhen, zu welchen einerlei flüssige Materien durch das Anhängen in Röhrchen von verschiedenen Durchmessern gehoben werden, stehen in einem verkehrten Verhältniß der Durchmesser dieser Röhrleins. Denn, wenn einmal das Flüssige nicht weiter steigt, so ist sein Gewicht der Kraft gleich, womit es vom Glase angezogen wird: es verhalten sich also in Röhrchen von verschiedener Weite die Kräfte des Zusammenhanges als wie die Gewichte, oder was einerlei ist, wie die Massen des aufge-

gestiegenen Flüssigen: die Massen des Flüssigen aber verhalten sich als wie die Produkte aus den Höhen in die Grundflächen — und mithin auch wie die Produkte aus den Höhen in die Quadrate der Durchmesser . . . Eine Wassersäule also würde in einem Röhrlein, dessen Durchmesser doppelt so groß ist, als der Durchmesser eines andern, bei einerlei Höhen viermal schwerer sein, als die Wassersäule in dem andern Röhrchen: sollte also nur zum vierten Theil der Höhe steigen; aber das Wasser berührt auch darinn das Glas in noch einmal so vielen Punkten, und steht deßwegen, wieder um so viel höher .. in allem also halb so hoch als das Wasser in dem andern steht. Da nun dieß auf alle Fälle anwendbar ist; so gilt allgemein: die Höhen einerlei Flüssigen verhalten sich in verschiedenen Röhrchen umgekehrt wie die Durchmesser.

* Auf den bereits angeführten Sätzen ruhet

30.

Die Theorie der Haarröhrchen.

Rörchen, derer Durchmesser höchsten $\frac{1}{10}$ Theil eines Zolles betragt, heißen **Haarröhrchen** (Tubi capillares) ihrer Aehnlichkeit willen, welche sie mit den Haaren haben.

Muschenbröck (Dissertat. physic. geometr.) erfuhr 1. daß das Wasser in einem Haarröhrchen, welches unten und oben offen gewesen, und zum Durchmesser

0.″	09	hatte,	stieg ..	0.″	41
0.	08	..	.. ..	0.	46
0.	06	..	.. ..	0.	61
0.	05	..	.. ..	0.	74
0.	04	..	.. ..	0.	93
0.	02	..	.. ..	1.	85.
0.	018	..	.. ..	2.	80.

2. Nahm Muschenbröck wahr, daß bei unveränderter Röhre, etwa einen Drittheil einer Linie im Durchmesser, stieg —

das Wasser	....	26″
der Weingeist	....	19
Terpentinöl	....	18 = 27
Rüböl	....	21 =

* Die nemlichen Erscheinungen zeigen sich auch im luftleeren Raume.

** Wird ein Haarröhrchen in eine flüssige Materie gebracht, die demselben nicht sinnlich anhängt, so erfolgt kein Emporsteigen in demselben.

I. Die Erscheinungen bei den Haarröhrchen kommen mit jenen bei weitern Röhren (n. 27.) genau überein; nemlich:

a. Einerlei flüssige Materie wässerichter Art steigt in einem engern Röhrlein höher als in einem weitern;

b. Verschiedene flüssige Materien steigen in einerlei Röhren zu verschiedenen Höhen;

c. Flüssige, die der Materie, woraus das Röhrchen gemacht ist, nicht sinnlich anhängen, steigen gar nicht in die Höhe.

II

II. Der Grund des Emporsteigens flüssiger Wesen in Haarröhrchen muß also auch das Uebermaaß der Ziehekräfte des obersten Glasringes sein über den Zusammenhang der Theile des Flüssigen und ihrer Schwere; und folglich

III. Erhebt sich das Flüssige in Haarröhrchen so lange, bis sein Gewicht dem Uebermaaß der anziehenden Kraft des obersten Ringes gleichkommt — bis nemlich die Masse der erhabenen Wassersäule z. B. einem Wassertropfen, der sonst am Ende eines Glasröhrleins hangen bleibt, gleichet: daher sind

IV. Auch die Höhen, zu welchen sich das Flüssige erhebt, umgekehrt, alswie die Durchmesser.

31.

Aus dem Vorgegangenen ist leicht zu erklären:

1. Warum sich Wasser, nicht aber Queckſilber in einen Schwamm hineinziehe;

2. Warum das Wasser, wenn es mit Zucker, Salzen, Löschpapier, Leinwand u. a. m. in Berührung kommt, in denselben in die Höhe steige;

3. Wie das Oel, die Fette, das Unschlitt u. d. gl. durch Hilfe eines Dachtes eine Nahrung der Flamme werde;

4. Warum eine Schneeballe durch eine Kerzenflamme kann ausgehöhlet werden, ohne daß ein Tropfe vom in Wasser aufgelösten Schnee herablaufe.

5. Warum Stricke, Thiersaiten u. d. gl. an Orten, welche feucht sind, aufschwellen.

6.

6. Wie die Absönderungen der flüssigen Theile aus den genossenen Speisen, im menschlichen Leibe möglich werden.

7. Wie der Nahrungssaft der Pflanzen aus den Wurzeln bis in die Wipfel der Bäume empor steige; — Nemlich alle Körper sind als Gewebe aus Haarröhrchen, anzusehen rc.

8. Warum das Wasser zwischen zwei ebenen Glasplatten, die miteinander einen Winkel gestalten, in die Höhe steige, und die berichtigte hyperbolische krumme Linie bilde u. s. w.

32.

III. Theilbarkeit.

Die wachsenden Ziehekräfte sind in allen Körpern und in jeder Materie begrenzt: es kann also der Widerstand, welchen dieselben jeder trennenden Gewalt thun, überwunden — die Theile können in einen andern Ort versetzt, und so auf eine Weise das Ganze getheilt werden.

* Wenn die Kunst hie und da keine fernere Theilung eines zusammengesetzten Wesens zuwegebringt; so beweist dieß nur die Beschränktheit und das Unvermögen der Kunst, keineswegs aber die Unmöglichkeit der Theilung an und für sich.

33.

Grösse der Theilbarkeit.

Beobachtungen und Versuche setzen es außer allen Zweifel, daß die Theilbarkeit der körperlichen Wesen ganz erstaunlich groß sei.

1. Ein Gran Karmin färbet eine so grosse Menge Wassers, als erfodert wird, einer Wand von 288 Quadratschuhen eine röthlichte Farbe mitzutheilen. Wenn man die Fläche von 280 Quadratschuhen als ein Viereck ansieht, so ist dessen Seite beinahe 17 Schuhe oder 170 Zoll. Nun kann man bei einer Länge von einem Zoll noch mit blossen Auge 200 wirkliche Theile unterscheiden: es wird also die Seite von 17 Schuhe oder 170 Zoll multiplicirt mit 200 = 34000 merkbare Theile in sich begreifen, deren Quadrat 1, 156'000,000 kleinere Quadrate ausmacht. Da nun jedes dieser kleinen Quadrate wenigsten Einen merkbaren Theil des Karmins enthalten muß, um denselben gefärbt darzustellen; so enthält ein Gran Karmin 1, 156'000,000 sichtbare Theile. — Die Versuche Boile's mit färbenden Massen zeugen von noch einer grössern Theilbarkeit. —

2. Die riechenden Körper z. B. Ambra, Assa fötida u. a. erfüllen mit ihren Geruchtheilchen eine lange Zeit ein ganzes grosses Zimmer an, ohne daß die riechenden Massen einen Verlust ihres Gewichtes leiden rc.

3. Reaumur's Versuche über die Dehnbarkeit des Goldes zeugen auffallend von der ungemei-

meinen Theilbarkeit. Eine Unze Gold, die die Gestalt eines Würfels hat, kann unter dem Hammer des Goldschlagers so ausgedehnt werden, daß sie einen Raum von 146 $\frac{1}{2}$ Quadratfuß bedeckt. — Eine 45 Mark schwere und 22 Zoll lange Silberstange wurde nach ihrer Vergoldung in einen fadenförmigen Drat gezogen — eine Unze von diesem Drat war 3232 Fuß lang; und die ganze Oberfläche hatte einen stäten ununterbrochenen Goldüberzug: daß sich folglich die ganze Stange von 22 Zoll bis auf 1'163,520 pariser Fuß (etwa 50 deutsche Meil) in einen fadenförmigen Golddrat ausdehnen läßt. Wie außerordentlich fein muß die Goldlage bei so einer erstaunlichen Ausdehnung sein? ꝛc.

4. Die Löwenhöckischen Thierchen sind so klein, daß Eines derselben unter einer sechs Millionenmaligen Vergrösserung nur wie ein Pünktlein erscheinet. — Denkt man nach, über die Gliedmassen, die Eingeweide u. d. gl. die Eier dieser Thierchen, so unterliegt die Vorstellung.

5. Ein Tropfe Oel oder Fett durch Hilfe eines Dachtes verbrannt, giebt eine Leuchte, die zur Nachtzeit auf eine halbe Stunde, und weiter, gesehen wird. Die aufgelösten und aus dem brennlichen Körpertheilen losgewordenen Feuertheilchen erfüllen demnach eine Sphäre, derer Durchmesser eine Stunde, und drüber, beträgt... Und diese Raumerfüllung oder Beleuchtung der Sphäre wird noch dazu jeden Augenblick erneuert bis der Oeltropfe gänzlich aufgelöst ist.. Wer mag die Theile aus der Oelmasse, die nur der Grösse eines Tropfens gleichkommt, in eine Rechnung bringen?

6. Alle Handwerksstätte, besonders jene der Goldarbeiter, Färber ꝛc. beweisen die unermeßliche Grösse der Theilbarkeit körperlicher Wesen, und wenden sie zum Vortheile der Menschen an u. s. w. Indessen ist dennoch

34.

Die Theilbarkeit der materiälen Wesen begrenzt;

Denn 1. beweiset keine Erfahrung eine unendliche Theilbarkeit weder der Körper noch der Materie.

2. Ist alles begrenzt, was wir kennen in der Sinnenwelt, warum nicht auch die Theilbarkeit?

3. Bestehen die Körper wirklich aus einfachen Bestandtheilen (n. 6.)

* Die weitläuftigere Spekulation über das Unendliche der Theilbarkeit überlassen wir dem Metaphisiker.

** Die einfachen Substanzen der Körper, auf die wir durch Theilung kommen müßten, wenn wir dieselbe, solange sie möglich, fortsetzen könnten, sind eben das, was die Gelehrten Elemente, Atomen, Monaden, Einheiten ꝛc. nennen.

*** In je mehrere Theile ein Körper getheilt wird, desto grösser wird seine Oberfläche: man zerschneide nur einen Würfel... Es ist daher die Wirkung, welche von der Grösse der Oberfläche bestimmt wird, um so viel grösser, als kleiner

ner die Theile sind, in welche der Körper getheilt wird. — Aber hievon weiter unten, ausführlicher.

35.

IV. Undurchdringlichkeit.

1. Vermöge dieser Eigenschaft setzen die Körper jeder Gewalt, die auf dieselben wirket, Hinderniß, widerstehen ihr: man versuche nur einen Körper an jene Stelle zu bringen, worinn sich ein anderer befindet; ꝛc.

1. Auch die Körperelemente widerstehen einander in gewissen Entfernungen, und hindern den mathematischen Kontakt: man drücke, presse ꝛc. die Körper (n. 10.), sie werden nie ihrer Ausdehnung beraubt.

I. Durch jeden Widerstand wird der Zustand dessen geändert, dem Widerstand geschieht: der Widerstand ist deßhalb eine wahre Thätigkeit, und mithin hat die Undurchdringlichkeit etwas thätiges zu Grund.

II. Besteht folglich nicht, wie einige meinten, in einem Unvermögen, andere Körper zu durchdringen;

III. Kommt nicht von anziehenden Kräften der Körperelemente her; denn diese würden vielmehr machen, daß die Materietheilchen sich immer mehr annäherten, und in Einen Punkt zusammenflössen. (n 11. *.)

IV. Die Stoßkräfte allein hindern den mathematischen Kontakt, und machen die Gemeinschaft des Ortes zweier oder mehrer Dinge unmöglich; da nun dieses der Begrif von Undurchdringlichkeit ist; so ist die Undurchdringlichkeit der Körper und ihrer Elemente in den Stoßkräften gegründet.

36.

V. Porosität.

Diese allgemeine Körpereigenschaft hat ihren hinreichenden Grund:

1. In den Stoßkräften der Körperelemente, welche das unmittelbare, mathematische Berühren der Theile hindern — mithin leere Zwischenräume verursachen;

2. In den Figuren der Materietheilchen, woraus der Körper zusammengesetzt ist; denn diese machen bald grössere bald kleinere Zwischenräume möglich: da nun

3. Die Stoßkräfte ihrer Ausbreitung nach sehr verschieden sind (n. 14.); und da wohl auch in den Figuren der Materietheilchen eine grosse Verschiedenheit herrschen muß (n. 15. *); so ist eben aus dem Grund der Porosität überhaupt, auch die mannigfaltige Verschiedenheit derselben erklärbar.

37.

Aus dieser allgemeinen Körpereigenschaft erkläret man sich leicht:

1.

1. Die Möglichkeit der beträchtlichen Ausdünstung in dem menschlichen Körper.

* Hier von den Versuchen des Sanktorius ꝛc.

2. Die Möglichkeit, daß sich aus der Luft wässerigtes Wesen in die Haut des menschlichen Körpers in Menge einziehe ꝛc. z. B. bei Wassersüchtigen.

3. Die Möglichkeit, daß ein Kranker Jahre lang ohne Speis und Trank lebe, ohne auf ein Wunder zu schließen. —

* Unsers Doktors und Professors Hössle Geschichte von einer Kranken, die im Spitale zu Sonthofen zehen Jahre ohne Speis und Trank gelebet. 1780.

4. Den Einfluß der Rauchwerke, der Salben, der Ueberschläge u. d. gl. auf das Innere des thierischen Körpers.

5. Warum nach der Vermischung flüssiger Körper z. B. des Wassers und Weingeistes, das Gemisch einen kleinern Raum einnehme, als die Zusammengemischten vorher einzeln eingenommen u. s. v. a. m.

38.

VI. Federkraft.

Unter den festen Körpern besitzen diese Eigenschaft im hohen Grade die Federn, die Wolle, die Haare, die Stahlfedern, Metall- und Darmsaiten, elfenbeinerne Kugeln u. v. a. m. — Unter den flüssigen sind im hohen Grade elastisch, die Luft, die Wasserdämpfe u. a. m.

Die festen Körper äußern sich elastisch, federnd, wenn ihre Figur durch Ziehen, Dehnen, Drücken u. d. gl. abgeändert wird — die Flüssigen stellen sich aber als elastisch dar, wenn ihr Umfang durch Vergrösserung oder Verkleinerung eine Aenderung leidet.

39.

Uebliche Ausdrücke.

Vollkommen elastisch wäre jener Körper, der zu jeder Zeit und unter allen Umständen seine abgeänderte Figur ganz genau wieder zurückzunehmen fähig wäre... Absolute Federkraft ist die Stärke des Druckes, womit eine elastische flüssige Materie der Gewalt, die sie zusammendrücket, widersteht; specifische Federkraft drückt das Verhältniß aus, zwischen absoluter Schnellkraft und der Dichtigkeit elastischer Materie, so daß wir jenem Wesen eine grössere Federkraft zueignen, welches bei eben derselben Dichtigkeit einen stärkern Gegendruck ausübet; daher braucht man diese Ausdrücke: der flüssige Körper hat zweimal, dreimal ꝛc. mehr specifische Federkraft, wenn er bei eben derselben Dichtigkeit zweimal, dreimal ꝛc. stärker der zusammendrückenden äußern Gewalt entgegenwirket als ein anderer.

Hie und da kommen in der Natur Fälle vor, wo die nemlichen flüssigen Massen bei einerlei Dichtigkeit nicht überall die nemliche absolute Elasticität äußern; woher die Benennung: gleichförmige, ungleich-

för-

förmige Elasticität, jene schreibt man einem Körper zu, wenn durch seine ganze Masse die specifische Federkraft gleich groß ist; diese im entgegen gesetzten Falle; Beispiel an der Luft, in der wir schweben ꝛc.

40.

Die Meinungen von der Ursache der Federkraft

Welche die Gelehrten von jeher hatten, tragen, wie alle Meinungen das Gepräge der herrschenden Denkart des Zeitalters. — Vor Boile's und Hawksbee's Versuchen mit der Luftpumpe, mithin vor den eingeholten Erfahrungen, daß die Körper im luftleeren Raume von ihrer Federkraft nichts verlieren, leitete man die Ursache dieser Körpereigenschaft sehr allgemein von der Luft her.

* Von der Erklärung Cartesius (Princip. philos. P. IV.)

Die Phisiker des vorigen Jahrhunderts nahmen zu einer feinen Materie ihre Zuflucht, der sie allerlei Bewegungen, Wirbelungen ꝛc. zugeeignet, und bald den Namen des Aethers, bald des Elementarfeuers ꝛc. beigelegt haben.

Newton (Optik. q. 23. nach der Klark. Ausgabe Lond. 1706.) erklärte die Elasticität durch die Stoßkraft.

Rohault (Physica ex Edit. Klarkii. Lond. 1711) und andere suchten den Grund der Federkraft in der Gestalt der Körpertheilchen, die sie sich alswie

kleine Flocken Baumwolle, wie Uhrfedern u. d. gl. vorstellten.

Allein alle diese Vermuthungen sind theils zu willkührlich theils unzulänglich.

Die Ziehe- und Stoßkräfte zugleich, erklären die Federkraft der Körper, und die mancherlei Aenderungen, welche dabei vorkommen, am zureichendsten.

41.

Erklärung der Federkraft überhaupt.

Wird die Figur eines Körpers durch eine äußere Gewalt abgeändert, so treten einige Theile näher zusammen, andere weichen voneinander: nur ein gebogenes Lineal, einen gedrückten Ballon, eine gespannte Saite betrachtet! — Nun können aber die anziehenden Kräfte, welche nach erweiterten Abständen wirksamer geworden (n. 14.) die auseinander getretenen Theile wieder zusammen ziehen, und die Stoßkräfte, welche in kleinern Abständen wachsen, die zusammengetretenen Theile wieder zum Voneinandergehen bestimmen, und so machen, daß die durch eine äußere Gewalt aus ihrer Stelle gebrachten Theile, in dieselbe wieder zurück kehren, und so dem Körper die abgeänderte Figur wiedergeben, sobald die äußere Gewalt zu wirken aufhört.

42.

42.

Erklärung besonderer Phänomene.

1. Der Unterschied der Elasticität ist in Hinsicht auf Stärke und Schwäche überaus groß; — Auch die Verschiedenheit der Stoß = und Ziehekräfte, welche den Grund der Elasticität ausmachen, ist überaus groß (n. 14. *).

2. Viele Körper ändern ihre Federkraft mit der Zeit — wenn sie feucht, andere wenn sie trocken, andere wenn sie warm, andere wenn sie kalt — oder sonst merklich verändert werden. So benimmt z. B. die Trockene den Muskeln des Herzens ihre Schnellkraft; die Wärme macht das Horn minder, die Luft aber mehr elastisch; mässige Wärme setzen das elastische Harz in sehr elastischen Zustand, Kälte aber raubt ihm alle Elasticität u. s. w. Nemlich ist der Bau des Körpers von der Art, daß er beim Hinzukommen oder Verflüchten wässerigter Materie, eine merkliche Aenderung leidet, oder daß durch Kälte oder Wärme die Lage der Theile merklich verändert wird, so folgt auch in der Wirksamkeit der Stoß = und Ziehekräfte, welche von den Abständen abhängt (n. 14.) eine merkliche Aenderung — wodurch die Körper zur Wiederherstellung der vorigen Lage der Theiler bald geschickter, bald ungeschickter gemacht werden ɛc.

3. Das kalte Hammern verstärkt die Federkraft der Metalle: in solchem Falle leiden die Theile der Körper eine grosse Aenderung in Hinsicht

ih=

ihrer Lage: da kann dann geschehen, daß dieselben jene Situation erlangen, worinn die Kräfte ihre bestmögliche Wirkung thun ꝛc.

4. Eine gar zu grosse Spannung benimmt manchmal den Körpern ihre Schnellkraft: durch dieselbe werden gerne die Theile in jene weite Abstände versetzt, worinn die Ziehekräfte abnehmen, schwächer wirken, und deßhalb nicht zureichen, die voneinander getretenen Theile wieder in ihre vorige Lage zurückzubringen.

5. Bei der Abänderung der Figur, und mithin bei Verschiebung gar sehr vieler Theilchen aus ihrer Lage, müssen ganz verlässig viele derselben völlig aus ihrer Adtraktionssphäre gesetzt, und unfähig werden, in ihre alte Lage zurückzukommen; auch muß wegen der Reibung, welche die Theile beim Verschieben aus ihrer Stelle, an andern Nebentheilen leiden, eine Kraft verloren gehen: welches abermal die genaue Wiederherstellung der vorigen Figur hindert. u. s. w. Daher mag es kommen, daß unsere Körper nur eine unvollkommene Elasticität besitzen u. s. w.

43.

Ein Gesetz der Elasticität fester Körper.

Die Federkraft erscheint sehr lebhaft an Thier= und Metallsaiten, wenn dieselben von einer gewissen Gewalt gespannt werden. Man kann sich aber mit Gravesande (Physices elem. math. Lugd. bat.

bat. T. I.) alle elastische Körper als Gewebe aus dünnen Saiten oder Fibern vorstellen, und mithin die Gesetze der Federkraft der Saiten auf alle Körper anwenden. — An dichtern und längern Saiten reiben sich bei Wiederherstellung ihrer abgeänderten Figur nothwendig mehrere Theilchen als an dünnern und kürzern, und schon darum, ohne auf ein anderes Hinderniß zu sehen, muß die Wiederherstellung der vorigen Figur bei dünnern und kürzern Saiten leichter lassen, als bei dichtern und längern. Ferners weiß man aus Erfahrung, daß die straffen, nichtgespannten Saiten keine Elasticität äußern; erst die Spannung bringt die Theilchen in jene Abstände, worinn die Ziehe- und Stoßkräfte ihre gehörige Wirkung thun: woraus denn das durch Erfahrung bestätigte Gesetz:

Die Federkraft der Saiten, Fibern ꝛc. woraus alle feste elastische Körper gleichsam gebauet sind, ist desto grösser, je dünner, je kürzer und je gespannter die Saiten, Fibern u. d. gl. sind.

I. Was demnach die Länge oder die Dicke oder die Spannkraft der Fibern elastischer Körper ändert, bringt auch Aenderung in der Federkraft hervor.

* Ein anderer mehr bildlicher Ausdruck, als jener (n. 42. 2. 3. 4.) um die Veränderlichkeit der Federkraft der Körper durch allerlei Umstände z. B. der Feuchtigkeit, Trockenheit, Hitze, Kälte ꝛc. zu erklären ꝛc.

44.

Gesetze der Federkraft flüssiger Körper.

1. In einem Raume, worinn eine elastische flüssige Materie sich befindet, tragen die untern Schichten das Gewicht der obern, werden deßhalb von den obern, und aufliegenden zusammengedrückt: es sind demnach in solchem Falle die untern Schichten allemal dichter als die obern.

2. Der Druck, den eine elastische flüssige Materie auf eine gegebene Fläche ausübt, muß geändert werden, wenn entweder

a. das Gewicht des flüssigen oder

b. die Federkraft desselben, oder

c. seine Federkraft und sein Gewicht zugleich eine Aenderung leiden.

* Ausführlicher und vollständiger handelt von den Gesetzen der Elasticität fester und flüssiger Körper die angewandte Mathematik in der Mechanik und Aerometrie.

VII. Compressibilität.

45.

Diese Eigenschaft findet sich in allen Körpern als wie die Federkraft; bald in grössern bald in

klei-

kleinern Grade. — Der Grund davon findet sich sehr natürlich in den Kräften der Körpertheilchen. Die Stoßkräfte, die mit vergrösserten Abständen abnehmen, und die wachsenden Ziehekräfte welche in grössern Abständen kleiner werden, mithin von einer äußern Gewalt überwindlich sind, gestatten schon das nähere Zusammentreten der Theile, und ihr Zusammenziehen in einen engern Raum. — Hernach können durch das Austreten der Wärmematerie die Ziehekräfte der Körpertheilchen wirksammer werden, und so auch aus diesem Grunde das Ganze des Körpers in einen kleinern Raum zusammenschwinden.

I. Nach verschiedener Wirksamkeit der Körperkräfte muß demnach die Compressibilität der Körper verschieden — Selbst die Compressibilität des nemlichen Körpers muß unter verschiedenen Umständen verändert sein.

46.

VIII. Ausdehnbarkeit.

Auch diese Körpereigenschaft kommt allen Körpern aber keineswegs im gleichen Grade zu: groß ist die Dehn= oder Streckbarkeit in den Thier= und Metallsaiten, in Stricken aus Flachs, Hanf, Roßhaare, in allen Metallen vornehmlich im Gold u. a. m.

Der zureichende Grund liegt in den wachsenden Ziehekräften der Körperelemente; denn diese erstrecken sich auf grössere Abstände, und machen, daß die Theile ohne Trennung weiter voneinander treten können: dies ist aber der Begrif von der Ausdehnbarkeit.

*

* Das Mehr und Minder dieser Eigenschaft erkläret die grosse Verschiedenheit der wachsenden Ziehekräfte in Rücksicht auf ihre Grade.

IX. Beweglichkeit.

47.

Die nöthigsten Vorbegriffe.

---

1. Veränderung des Ortes heißt Bewegung, (motus) das Verharren darinn Ruhe (quies).

* Was F. W. Sack in seiner Geologie oder Betrachtung der Erde (Breslau 1786) gegen diese Definition einwendet, scheint nur zu beweisen, daß dieser Schriftsteller Beweglichkeit (Mobilitas) und Bewegung (motus) verwechselt, und für einerlei genommen habe; allein zwischen Möglichkeit und Wirklichkeit, zwischen Kraft und Kraftäußerung ist doch wohl ein Unterschied?

2. Die Bewegung wird aktiv (motus actiuus) genennt, wenn vom Körper, der einen andern zur Bewegung bestimmt, die Rede ist, passiv (motus passiuus) wenn dies Wort bei einem bewegten Körper gebraucht wird.

3. Ein bewegter Körper kommt nach und nach in mehrere Orte; da nun mehrere Orte Raum (Spatium) heißen, und das Aufeinanderfolgen derselben Zeit (Tempus); so ist es einleuchtend, daß jede Bewegung durch einen Raum und in einer Zeit geschehe.

4.

4. Die Vergleichung der Zeit und des Raume giebt den Begrif von Geschwindigkeit (Celeritas), die nichts anders ist, als die Bestimmung des Raumes, durch welchen ein Körper innerhalb einer gegebenen Zeit bewegt wird.

5. Wird die Geschwindigkeit von Zeit zu Zeit grösser, so heißt sie beschleunigte, und zwar gleichförmig beschleunigte, wenn die Geschwindigkeit des bewegten Körpers in gleichen Zeiten gleich stark zunimmt. — Umgekehrt, abnehmende, gleichförmig abnehmende Bewegung.

6. Die Lage des Punktes, gegen welchen sich ein Körper bewegt, heißt die Richtung der Bewegung (Directio motus) — der Wege.

7. Die Kraft, womit ein bewegter Körper auf einen andern wirket, nennet man Grösse der Bewegung (Quantitas motus.)

48.

Erfahrung.

Man stosse an einen Körper, der auf einer Fläche liegt, oder ziehe ihn an sich, oder werfe ihn in die Höhe! — Der Körper fängt alsobald seine Bewegung an, und setzet hernach die angefangene Bewegung fort.

Nun ist aber die Bewegung — in ihrem Anfange und in ihrer Dauer eine wahre Aenderung

sie muß also eine Ursache, die wir Kraft nennen, (n. 4. I.) zu Grund haben.

Diese Kraft, welche die Ursache der Bewegung ist, wird entweder dem bewegten Körper von außen mitgetheilt, oder der Grund der Bewegung liegt innerhalb dem Körper selbst.

Allein ist wohl eine Kraftmittheilung im strengen Sinne möglich? — die Kraft ist ja von dem Wesen, das von außen wirket, unzertrennbar? — und das Ueberströmen substanziäler Theilchen z. B. aus der stossenden, ziehenden, werfenden Hand ist ja doch auch nicht erweislich — nicht wahrscheinlich? —

I. Wird also ein Körper bewegt, nach geschehenem Anstoß ꝛc. so wird keine Kraft (im strengen Sinne) mitgetheilt: folglich

II. Liegt der Grund der Bewegung eines Körpers innerhalb dem Körper der sich bewegt, selbst; und

III. Dieser Grund ist kein anderer als die **Bewegungskraft** (Vis motrix); denn so eine Kraft kommt allen Körpern zu (n. 8.) und ist hinlänglich die hier vorkommenden Erscheinungen zu erklären.

* Diese bestimmte Aeußerung der Bewegungskraft, die wir oben (n. 8.) Grundkraft genennet, heiße ich zu einigem Unterschiede die **besondere Bewegungskraft, Bewegungkraft insonderheit, Vix motrix deriuata.**

49.

Weitere Erfahrungen.

Jeder Körper ist der Bewegung nach allen möglichen Richtungen empfänglich; denn es ist keine Richtung, nach der nicht jeder Körper könnte wirklich bewegt werden.

I. Es muß also die besondere Bewegungskraft in einem Streben nach allen möglichen Richtungen bestehen; und folglich hat

II. Eine jede Richtung der Bewegungskraft in den Körperwesen eine sich entgegen gesetzte Richtung.

* Sind diese Richtungen gleich, so ist kein Grund, warum sich ein Körper eher nach einer, als nach einer andern Richtung bewege: es erfolgt daher ein Verharren des Körpers in seinem Orte. — die Ruhe. — Schon hieraus ergeben sich

50.

Zwei allgemeine Bewegungsgesetze:

1. Gleiche und sich völlig entgegengesetzte Kräfte, welche ineinander wirken, machen, daß der Körper ruhet, denn sie erlöschen einander in Hinsicht ihrer Wirksamkeit.

2. Sind die entgegengesetzte Kräfte ungleich, so muß eine Bewegung erfolgen, nach jener Richtung, nach welcher die stärkere Kraft hinzielet, und

zwar mit dem Unterschied (Uebermaaß) der ineinander wirkenden Kräfte.

* Beispiele aus dem gemeinen Leben.

51.

Erfahrung.

Es bewegt sich gar kein körperliches Wesen, außer es kommt entweder ein Stoß, oder ein Zug oder ein Wurf, oder sonst eine Gewalt von außen hinzu.

I. Der Stoß, der Wurf — oder sonst eine äußerliche Gewalt kann die wirkliche Ursache nicht wohl sein (n. 48. I.).

II. Stoß, Zug, oder sonst eine äußere Gewalt ist demnach nur das, was die Bewegung möglich macht — ist Grund, daß sich die Bewegungskraft äußern könne, und wirklich äußere: — woraus denn

52.

Weitere allgemeine Bewegungsgesetze.

Ein Körper muß in jenem Zustande verharren, in dem er sich befindet, so lange keine äußere Gewalt hinzukommt, welche die Aenderung seines Zustandes möglich machet.

Ist demnach ein Körper einmal in Ruhe, so muß er stäts ruhen, und ist er einmal in Bewegung, so

so muß er sich stäts, nach einerlei Richtung, und mit der nemlichen Geschwindigkeit bewegen, bis äußerliche Umstände eine Aenderung möglich machen.

* Viele Naturforscher folgerten aus diesem Naturgesetze, daß in den Körpern ein Trieb zur Ruhe wäre, wenn er einmal ruhete, und ein Trieb zur Bewegung, nachdem er einmal bewegt worden, und diesen Trieb nannten sie dann Vis inertiae, Kraft der Trägheit... Allein das stäte Streben des Körpers zur Bewegung, das jeder Körper wirklich hat (n. 49. I.), verträgt sich ja nicht mit dem Bestreben zur Ruhe. — Indeß wird Vis inertiae auch in andern Bedeutungen genommen z. B. für Undurchdringlichkeit von Euler und P. Gordon (Phys. experim. elem. Tom. I.) für die Schwere von Kratzenstein (Amolitio Vis inertiae etc. 1770) ꝛc. — Der Ausdruck ist immer sehr unbestimmt, und für sich unrichtig, man darf ihn also, ohne der Phisik etwas zu vergeben, völlig weglassen ꝛc.

53.

Noch ein allgemeines Bewegungsgesetz.

Wenn ein Körper A auf einen andern B wirket, so widersteht dieser jenem vermöge seiner Undurchdringlichkeit: es ist daher die Wirkung eines Körpers in den andern nur in so weit eine Wirkung, als in wie weit dieser jenem widerstehet. Widerstand ist aber auch eine wahre Wirkung gegen den andern Körper, eine Gegenwirkung (Reactio): weil nun jede Wirkung der

wirkenden Ursache gleich sein muß; so ist auch immer die Wirkung eines Körpers auf den andern der Gegenwirkung gleich.

* Daß die Wirkung eines Körpers auf den andern nur in soferne eine Wirkung sei, als in wie ferne ein anderer widersteht, beweisen die Alltagserfahrungen, wenn wir bloß darauf aufmerken. Würde ich wohl meinen Tisch erfassen, und ihn von der Stelle rücken können, wenn er meinem Anfassen nicht widerstünde? u. s. w. — Man schlage auf eine kleine Spinne, die von der Zimmerdecke herabspinnt, und an ihrem Faden hängt, mit starker Gewalt, und sie leidet von diesem Schlage nichts — weil sie demselben ausweicht und keinen Widerstand thut. — Eben so wird eine Mücke, die am Roßhaare in freier Luft aufgehängt ist, nicht erschlagen vom Prügel, der auf sie fällt — dieser wirkt nicht, weil die Mücke nicht entgegen wirkt. —

54.

Einwurf.

Die Bewegung der Körper richtet sich durchaus sowohl in der Richtung als Geschwindigkeit nach der Gewalt von außen, welche auf die Körper wirket — ist diese Erscheinung vereinbar mit der Behauptung, daß der Grund der Bewegung im Körper selber liege? —

Antwort: Ja. — Nehmen wir an, ein Körper C ruhe (Fig. 4.) das Bestreben seiner Bewegungskraft sei also nach allen Richtungen gleich. Lassen wir nun einen andern Körper O auf den ruhenden hin-

be-

bewegen; sobald O zur Berührung des Körpers C kommt so widersteht dieser, und wirkt entgegen: folglich kann er mit dieser Kraft, womit er widersteht, nicht in seine entgegengesetzte Kraft wirken: es wird also jene um so viel stärker, um wie viel diese wegen dem Widerstand den sie that, abnimmt. Da nun ungleiche Kräfte eine Bewegung hervorbringen, und nach jener Richtung, wohin die grössere Kraft zielt, so läßt sich schon die Bewegung und ihre Richtung überhaupt begreifen, welche durch die Gewalt von außen veranlasset, aber nicht gewirkt werden.

Da es nun ferner erhellet, daß der Möglichkeitsgrund der Bewegung von C in dem Widerstand liege, den er O thut — und der Widerstand der Wirkung von O gleicht (vorherg. n.); so muß sich C bewegen mit einer Gewalt, die der Wirkung von O gleich kommt, und nach jener Richtung, wohin diese Gewalt zielet. — nemlich nach jener, die gerade mit der Richtung der von außen wirkenden Gewalt zusammentrift.

* Auf ähnliche Weise lassen sich in allen Fällen die verschiedenen Richtungen und Geschwindigkeiten bewegter Körper befriedigend erklären. — Je stärker die Gewalt von außen auf einen Körper wirkt, desto kräftiger ist der Widerstand, und folglich um so viel prävalirender die entgegen gesetzte Kraft, womit sich hernach der Körper um so viel schneller von der Stelle trägt. — Dieß nemliche gilt von der Richtung ... Ein Bild um der Vorstellung zu Hilfe zu kommen! (Fig. 4.) — — Es sei C ein Materietheilchen. Cm, Cm, Cm ꝛc. seien die Richtungen, nach welchen das Materietheilchen C durch seine Bewegungskraft hinstrebet. — Weil jede Richtung Cm eine sich entgegenge-

setzte gleiche m C hat, so ruhet das Materietheilchen C. — Setzen wir nun ein anderes Materietheilchen O stosse auf C nach der Richtung OBCA mit einer Gewalt = Oa = C b. In diesem Falle hat die Richtung AC wegen der Gegenwirkung Cb gerade eine um Cb = Oa kleinere entgegengesetzte Kraft. — Es muß sich also das Materietheilchen C mit der Differenz xC = der anstossenden Gewalt Oa bewegen. — Und zwar nach der Richtung CA sich bewegen, wohin die Kraft C x zielet; denn nach einer andern Richtung ist kein Grund der Bewegung da, weil jede andere Richtung C m eine gleiche sich entgegengesetzte C m hat. — — Geschieht der Anstoß an C von einem Materietheilchen P nach der Richtung Pm mit der Gewalt P f = C g, so wirkt C mit der nemlichen C g entgegen. Es ist also die Kraft nach C x m um Cz = Cg stärker als ihre entgegengesetzte m C: folglich muß sich C bewegen mit diesem Unterschied der Kräfte — nach der Richtung C x m, wohin die grössere Kraft zielet. u. s. w.

** Vom Impetus der Alten ein Wort mündlich.

55.

Von der Grösse der Bewegung.

Versuche. I. Wenn ein Körper von verschiedenen Höhen auf einen andern auffält; so ist die Wirkung wie die Höhe z. B. die nemliche Kugel von Blei, welche von einer merklichen Höhe fällt, höhlet in dem Thonboden eine um soviel grössere Grube aus, als höher der Fall ist.

2. Stellt man den Versuch im luftleeren Raume an, und läßt zwei Körper von ungleicher

Masse

Masse auf einen weichen Körper von einer gleichen Höhe, und so, mit gleicher Geschwindigkeit auffallen, so höhlet die grössere Masse allemal eine ihrer Grösse proportionirte Grube aus (*).

(*) Von ähnlichen Versuchen im luftleeren Raume bei der Schwere der Körper weiter unten.

I. Die Wirkung eines bewegten Körpers steht in einem Verhältniß mit der Geschwindigkeit; denn die verschiedene Höhe machet nur in der Geschwindigkeit, nicht in der Masse eine Aenderung.

II. Dennoch aber ist die Wirkung des bewegten Körpers auch mit der Masse proportional (2. Vers.).

III. Die Grösse der Bewegung (Quantitas motus) — n. 41. 7. — ist also gleich dem Produkte aus der Geschwindigkeit und der Masse. — Algebraisch $Q = MC$. Und folglich

IV. Wenn zweien Körpern die nemliche Q mitgetheilt wird, so ist $C = \frac{1}{M}$. — So bewegt sich z. B. ein grosses Schiff, das von einem Schiffer im kleinen Nachen angezogen wird, gerade um so viel langsamer, als grösser die Masse des Schiffes über die Masse des Nachens ist; und dieser um so viel geschwinder als kleiner seine Masse über die Masse des Schiffes ist. — Auf eine ähnliche Weise gehet die Erde dem herabfallenden Steine entgegen mit einer Geschwindigkeit, die sich zur Geschwindigkeit des fallenden Steines verhält, als wie die Masse des Steines zur Masse der Erde — d. i. mit unmerklicher u. s. w.

* Aber sollte man nicht eher das Quadrat der Geschwindigkeit in Rechnung bringen? — Ueber diese Frage entstand ein hitziger Streit unter den Naturforschern Deutschlandes, Englands, Frankreichs, Hollands und Italiens. Leibniz war der erste, der behauptet hatte, daß sich die Kräfte bewegter Körper, alswie das Produkt aus ihren Massen in das Quadrat ihrer Geschwindigkeit verhalten; Polenus, Gravesande und Muschenbröck hieltens mit Leibniz. Dagegen dachten Papin, Mairan ꝛc. Pemberton, Desaguliers, Clarke u. a. m. Ich führe an

56.

Leibnizens Beweis.

Die Ursache verhält sich wie die Wirkung: nun ist aber die Wirkung bewegter Körper dem Quadrate der Geschwindigkeit gleich: also ꝛc. Nur einen Versuch zur Erhärtung des Mittelsatzes. — Es seien zwei Körper von gleichem Inbegrif. Das Gewicht des einen A sei = 1, des andern B = 4. Wenn der Körper A von einer Höhe = 4, und der Körper B von einer Höhe = 1 auf einen weichen Thon herabfallen, wird die Grösse der Bewegung im Körper A = 2, und im Körper B = 4 sein; und dennoch höhlen sie gleiche Gruben aus: die Wirkung ist also gleich; folglich muß auch die Grösse der Bewegung gleich sein. Nun kann aber die Grösse der Bewegung nie gleich werden, wenn man sie nicht aus dem Quadrate der Geschwindigkeit berechnet. —

57.

Allein

1. Verhielten sich die Wirkungen des bewegten Körpers wirklich alswie die Produkte aus der Masse und dem Quadrate der Geschwindigkeit, so könnte man dennoch nicht mit Richtigkeit folgern, daß die Grösse der Bewegung eben diesem Produkte gleich sei: so können z. B. die Räume, welche ein Körper durchläuft, angesehen werden als Wirkungen der beschleunigten Bewegung; die Räume wachsen aber wie die Quadrate der Zeiten, obschon die Geschwindigkeit mit der Zeit die nemliche Proportion hält! –

2. Vielleicht darf man bei weichen und nachgebenden Körpern die Wirkung bewegter Körper nach der Masse und dem Quadrate der Geschwindigkeit berechnen, nicht aber bei harten, wo die Wirkung momentan ist? —

* Daß die Wirkung bewegter Körper auf den Widerstand eine Weile andauern müsse, um auch auf den Seiten desselben merklich zu werden, sieht man, wenn eine Kugel aus dem Feuerrohr geschossen, blitzschnell durch den halboffenen Laden fährt, ohne den Laden in den Angeln zu bewegen — auch an den Stäben, die über Strohhalme gelegt zerschlagen werden, ohne die Strohhalme zu verletzen u. s. w.

58.

Die Hindernisse der Bewegung

Bestehen A. in dem Widerstand der Mitteldinge,

B.

B. Im Zusammenhange der Materietheilchen der Mitteldinge,

C. In der Reibung.

A. Begrif. Liegt zwischen dem Punkt, wo die Bewegung anfängt, und jenem, wo sie aufhört, ein flüssiges Wesen, so heißt dieses ein Mittelding (Medium).

Erfahrungen. Ein Körper fällt im Wasser langsamer als in der Luft; so auch langsamer im Merkurius als im Wasser — die Schwingungen eines Penduls dauern länger in der Luft als im Wasser u. s. w.

Folgesätze. I. Es leiden demnach die in einem Mitteldinge bewegten Körper eine Aenderung, welche vom Widerstand herrührt, den die Körper mit Wegräumung des Mediums überwinden müssen: und deßhalb

II. Leidet ein im Mitteldinge bewegter Körper einen um so viel grössern Widerstand, als grösser die Menge und die Dichtigkeit des Mediums ist, das der Körper in seiner Bewegung vor sich her wegschaffen muß. Darum steht

III. Der Widerstand des Mittels im Verhältnisse der Oberflächen bewegter Körper; denn die Menge des Mediums ist um so grösser, je grösser die Oberfläche des bewegten Körpers ist.

IV. Der Widerstand der Mitteldinge muß auch zunehmen, wenn die Geschwindigkeit des Körpers, der sich darinn bewegt, zunimmt; und zwar

wächst

wächst der Widerstand, alswie die **Quadrate der Geschwindigkeiten** wachsen. . . Setzen wir eine Kugel A bewege sich in einem Mitteldinge mit einer doppelt so grossen Geschwindigkeit alswie eine andere B, die mit jener gleiche Grösse hat: die Kugel A wird in eben der Zeit auf noch einmal so viele Theile des Mediums stossen als die Kugel B, und mithin einen um eben so viel stärkern Widerstand leiden, als diese. . . Ferner stößt eine Kugel, welche sich mit einer doppelten Geschwindigkeit bewegt gegen jedes Theilchen mit einer noch einmal so grossen Kraft als eine andere, deren Geschwindigkeit nur halb so groß ist: mithin ist die Gegenwirkung der Theilchen auf die noch so geschwinde Kugel doppelt so groß — und folglich leidet eine mit doppelter Geschwindigkeit bewegte Kugel einen vierfach grössern Widerstand: da nun dieß allgemein statt hat; so verhält sich der Widerstand eines im Mittel bewegten Körpers, wie das Quadrat seiner Geschwindigkeit. —

V. Endlich, da die Geometrie lehret, daß die Menge der Materie in den Körpern abnimmt, alswie die Cubi ihrer Durchmesser; ihre Oberflächen aber wie die Quadrate ihrer Durchmesser. — Da ferner der Widerstand sich verhält alswie (III. dieses n.) wenn sie die Oberfläche der Körper sich in eben demselben Medium mit gleicher Geschwindigkeit bewegen, so folgt, daß die **kleinern Körper mehr** Widerstand leiden als die grössern: woraus

Die Erklärung: Warum die **Schrotte** aus einem Feuerrohr geschossen grössern Widerstand in der Luft leiden, als eine gleich gewichtige Kugel. — Warum die **Stücklein**, in welche ein Stein zertrüm-

trümmert worden, langsamer von eben derselben Höhe herabfallen, als ein ganzes Stück Stein, das mit jenen gleiche Art und gleiches Gewicht hat. — Warum die Regentropfen schneller aus den Wolken stürzen als die Schneeflocken u. s. a. m.

59.

B. Die flüssigen Wesen sind immer zusammenhängend, so schwach auch ihr Zusammenhang sein mag: es kann daher sich kein Körper in einem Mitteldinge bewegen, ohne daß er die zusammenhangenden Theile mit einiger angewandten Kraft trenne.

I. Es geht also bei der Bewegung des Körpers durch ein Mittel wegen nöthiger Ueberwindung des Zusammenhanges, allemal eine Kraft verloren, und der bewegte Körper leidet um deßwillen in seiner Bewegung eine Hinderniß, die grösser oder kleiner, je nachdem der Zusammenhang stärker oder schwächer ist.

II. Der Widerstand, den ein bewegter Körper in einem Medium leidet, ist daher in einem zusammengesetzten Verhältniß der Oberfläche, des Quadrates der Geschwindigkeit bewegter Körper des Zusammenhanges, und der Dichtigkeit des Mitteldinges.

60.

G. Alle Körper sind porös (n. 3.) und deßhalb nie ganz glatt, sondern auch nach versuchter möglichsten Abglättung noch rauh und voll der Erhabenheiten und Vertiefungen.

Be-

Bewegt sich nun ein Körper über einen andern hin; so dringen wechselweise die Erhabenheiten des einen in die Vertiefungen des andern: da muß denn der bewegte Körper auch eine Kraft anwenden, welche die Erhabenheiten aus den Vertiefungen heraushebt, oder dieselben umbeuget, oder abbricht; welches wir denn das **Reiben** des bewegten Körpers an einem andern, und ein Hinderniß der Bewegung nennen.

* Der Grad der Reibung hängt natürlich von der Glattheit der Oberflächen der Körper, welche sich reiben, ab: da aber diese in verschiedenen Körpern, ja selbst bei dem nemlichen an verschiedenen Theilen verschieden ist; so kann so leicht kein allgemeines Gesetz der Reibung angegeben werden. Das **Tribometer** dient zwar einigermassen zur Bestimmung der Gesetze der Reibung, aber bisher noch äußerst unvollkommen.

** Alle Körper umgiebt die Luft: es geschieht daher jede Bewegung, außer einer besondern Anrichtung, in einem Mitteldinge; auch reiben sich alle Körper, wenn sie sich auf andern bewegen: es muß also jeder Körper in seiner Bewegung eine Hinderniß leiden, und folglich kann keine Bewegung um uns her, an und für sich, unverändert und immerwährend sein.

X. Schwere.

61.

Haupterscheinungen, und einige Erklärungen.

1. Alle Körper, die wir kennen, fallen, sich überlassen,

lassen, auf die Erde, das heißt mit einen andern Ausdruck: alle Körper sind schwer auf die Erde.

* Die Induktion hievon nähert sich in der Folge immer mehr zur Vollständigkeit.

2. Sowohl die ruhenden als die bewegten Körper sind schwer; denn unterstützt, drücken alle Körper auf die Unterlage; aufgehängt spannen sie alle die Linie, woran sie hangen u. s. w.

* Die Linie, nach welcher die Körper fallen, oder einen Faden u. d. gl. spannen, heißt die Richtung der Schwere, oder auch die lothrechte, bleirechte Linie. Die Ebenen, auf welche die Richtung der Schwere senkrecht ist, heißt die Horizontalfläche, Horizon; und die Linien einer solchen Fläche Horizontallinien, wagrechte Linien.

3. Die Richtungslinien der Schwere sind auf das ruhige Wasser und auf jede Horizontalfläche vertikal: und mithin

4. Zielt die Schwere aller Körper gegen den Mittelpunkt der Erde; denn jede Linie, welche auf einer Kugelfläche vertikal steht, geht genau durch den Mittelpunkt der Kugel: die Erde weicht aber nach den eingeholten Erfahrungen etwas ab von der Kugelstalt, die Schwere treibt daher die Körper auch nur beinahe gegen den Erdemittelpunkt.

* Wegen der beinahe kugelförmigen Gestalt der Erde, ist die wahre Horizontallinie (Horizontalis vera) ein Bogen, weil aber ein Bogen von wenig Minuten nicht merklich von einer geraden Linie abweicht, so nimmt man dafür eine gerade Linie, welche eigentlich jener Bogen nur in einem

nem Punkt berührt, und scheinbare Horizontallinie (adparens) heißt: woher auch die Bennenungen wahrer und scheinbarer Horizon.

** Weil die Erde kugelförmig ist, so sagt man, ein Körper sei oben, oberhalb, wenn er weiter vom Mittelpunkt entfernt ist als ein anderer, von dem hernach der Ausdruck gilt, daß er sich unten, unterhalb befinde.

5. Die Schwere nimmt ab, als wie die Quadrate der Entfernungen vom Mittelpunkt der Erde zunehmen, welches wir nachher darthun werden.

6. Ein dichterer Körper hat ein grössers Gewicht als ein lockerer, wenn sie übrigens von gleichen Inbegriffen sind; und mithin richtet sich das Gewicht nicht nach der Oberfläche sondern nach der Masse.

* Die Schwere, welche wir an den Körpern mit Hinsicht auf ihre Inbegriffe schätzen, heißt specifische Schwere (Grauitas specifica) — ohne diese Hinsicht — absolute Schwere (Grauitas absoluta) . . . Ein Körper, von dem ein Theil ein grössers Gewicht hat, als ein gleich grosser Theil eines andern, nennt man einen Körper schwererer Art (Corpus specifice grauius) hingegen den letztern, leichterer Art (Corpus specifice leuius.)

7. Jeder Körper, der von einer Höhe herabfällt, bewegt sich beschleunigend, und zwar gleichförmig beschleunigend.

* Galileus war der erste, der zur Bestimmung der Bewegungsart, welche die Körper vermöge ihrer Schwere, im Fallen annehmen, Versuche

angestellt. Er ließ von verschiedenen Höhen auf einer mit Pergament bekleideten Krinne, die mehr und weniger schief gestellt werden konnte, metallene Kugeln herunter rollen, und bemerkte, daß sie sich mit einer gleichförmig vergrösserten Geschwindigkeit dem Boden näherten. Die Versuche des Grimaldi und Riccioli zeigten nachher die Gesetze dieser Bewegung ganz genau; diese ließen nemlich 8 Unzen schwere Kugeln aus Kreide gemacht, von verschiedenen Höhen, theils aus den Fenstern der Häuser, theils von Thürmen fallen, und bemerkten folgendes:

Zeit.	Der in jeder einzelen Zeit durchlaufene Raum in römischen Schuhen	Der am Ende der Zeit durchlaufene Raum
1	15	15
2	45	60
3	75	135
4	105	240

Wenn man demnach den Raum, den ein Körper in der ersten Sekunde durchläuft, als Einheit annimmt, so durchlaufen

I. Die schweren Körper in ihrem Falle in einzelen Zeiten stäts solche Räume, die sich verhalten, wie die natürlichen aufeinander folgenden ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9 rc.

II. Die seit dem Anfange der Bewegung durchgelaufenen Räume aber verhalten sich zu einander, als wie die Quadrate der Zeiten, und folglich

III.

III. Die Zeiten des Falles, als wie die Quadratwurzeln aus den vom Anfange der Bewegung durchgelaufenen Räume.

8. Im luftleeren Raume, den man durch Maschinen hervorbringen kann (Abhandlung von der Luft), fallen alle Körper vom grössern und kleinern Gewichte, z. B. eine Goldmünze und eine Pflaumfeder gleich schnell; nicht also in der Luft oder in einem andern flüssigen Wesen, denn darinn bewegt sich im Fallen der dichtere schneller als der weniger dichte, wenn übrigens die Inbegriffe nicht sehr ungleich sind.

9. Fällt ein Körper in einem Mitteldinge, so verändert sich die beschleunigende Bewegung in die gleichförmige, und zwar desto eher, je dichter das Medium, je stärker sein Zusammenhang, je kleiner der fallende Körper, und je schneller sein Fall ist.

10. Körper, die in unserer Luft hoch genug herunter fallen, kommen in einer gleichförmigen Bewegung zu uns: und Körper, welche in die Höhe geworfen werden, bewegen sich mit einer Geschwindigkeit, die in eben dem Verhältniß abnimmt, nach welchem ihre Geschwindigkeit beim Falle wächst.

11. Die Schwere der Körper ist in den Gegenden, welche den Polen näher liegen, grösser, als in denen, welche von den Polen entfernter und dem Aequator näher sind. Das nemliche Pendul schwingt desto schneller je mehr man sich damit dem Nordpole annahet; desto langsamer herentgegen, je näher man dem Aequator hinzukommt: das schnellere Schwingen

 des

des Penduls aber rührt von der gewachsenen Schwere her, wie wir es weiter unten zeigen werden.

12. Auch auf sehr hohen Bergen bemerkt man ein Abnehmen der Schwere eines Körpers im Vergleich mit jener, die er am Fuße des Berges hat. (Aus den Beobachtungen des Herrn de la Condamine).

62.

Geschichte.

So mannigfaltig und merkwürdig die Phänomene der Schwere sind, eben so verschiedene Meinungen finden wir über die Ursache derselben: ich erwähne der vornehmsten.

1. Cartes (Princip. phil. P. 4.) nimmt eine sehr feine schwermachende Materie zu Hilfe, und erklärt, es bewege sich dieses feine flüssige Wesen mit einer ungemeinen Schnelligkeit im Wirbel (Vortex) um die Erde herum, und treibe dadurch die übrigen Körper, die sich nicht eben so geschwind bewegen können, nach dem Mittelpunkt der Erde.

Allein nach dieser Hipothese müßten die Körper nach der Achse der Erde, und nicht nach dem Mittelpunkt schwer sein, wie dieß der Versuch mit zerstücktem Holz in der wasservollen und im Kreise gedrehten Glaskugel augenscheinlich machet.

2. Huigens und Bülffinger suchten die Cartesische Hipothese zu verbessern, Huigens ließ

die

die feine Materie sich in solchen Kreisen bewegen, die sich allerwärts durchschneiden, und auf diese Weise, seiner Meinung nach, die Körper gegen den Mittelpunkt der Erde hintreiben. Bülffinger läßt aber die Wirbel sich um zwei Achsen drehen, die sich einander in rechten Winkeln schneiden, und die Körper gegen das Centrum der Erde determiniren sollen. (De caussa grauit. phys. generali etc. Paris. 1728 — de directione corporum grauium in vertice sphaerico et figura nuclei etc. in den Coment. petrop. 7. 1. p. 245.).

Allein aller übrigen Schwierigkeiten, denen diese Hipothese unterworfen ist, nicht zu gedenken, so läßt sich darinn nicht begreifen, warum die Schwere sowohl in ruhenden als bewegten Körpern gleich wirke, und warum die Schwere den Massen und nicht den Oberflächen proportional sei.

3. Wolf (Gedanken von den Wirkungen der Natur §. 83.) sucht diesen leztern Umstand dadurch zu erklären, daß er annimmt, die Materia grauifica, welche an sich nicht schwer ist, aber schwer machen soll, durchdringe die Körper.

Allein da hätten wir eine Wirkung ohne Widerstand, ohne Gegenwirkung, wie läßt sich aber so eine Wirkung begreifen, oder mit den bekannten Naturgesetzen vereinen? (n. 53.) u. s. w.

63.

Gründe, daß die wahre Ursache der Schwere die gegenseitige Ziehekraft der Körper und der Erde sei.

1. So oft ich einen Körper z. B. einen Stein von der Erde wegnehmen, und in die Höhe heben will, so fühle ich einen Widerstand; ich erfahre, es sei etwas, das der Absönderung des Steines von der Erde, widersteht: Nun aber heißt das, was der Absönderung überhaupt hinderlich ist, **anziehende Kraft** (n. 9.) es ist also auch dieses Etwas, welche der Absönderung der Körper von der Erde widersteht, die Ziehekraft.

2. **Alle Planeten** sind auf die **Sonne** und alle **Trabanten** auf ihre **Primaren schwer**; und der **Grund ihrer Schwere** ist die **gegenseitige Ziehekraft, welche im verkehrten Quadratverhältniß der Abstände abnimmt.** Nun ist aber die **Schwere der Erdekörper** der **Schwere** der **Himmelskörper ganz ähnlich**: also ist auch die Ursache der Erdekörper

Die anziehende Kraft, welche abnimmt, alswie die Quadrate der Abstände wachsen.

Beweis des Obersatzes.

Die astronomischen Beobachtungen lehren,

a. daß sich alle Planeten um die Sonne, und die Trabanten um ihre Primaren in Kreisen herumbewegen,

b. daß die Bewegungslinien eliptisch seien, und

c. daß die Quadrate der Periodalzeiten mit den Kubikentfernungen in einem Verhältniß stehen.

Nun aber ist 1. eine Kreislinie überhaupt durch Eine Kraft, durch die blosse Wurfkraft (Vis centrifuga) unmöglich (wovon ausführlicher weiter unten): es giebt also außer der bewegenden Kraft der Planeten und der Trabanten auch eine andere, welche die Planeten gegen die Sonne als ihr Centrum, und die Trabanten gegen ihre Primaren als ihren Mittelpunkt, hintreibet, das heißt: alle Planeten und alle Trabanten sind auf ihr Centrum schwer. — Wir werden 2. in der phisischen Astronomie darthun, daß eine eliptische Kreislinie, und das vorher c. angeführte Verhältniß nie statt haben könnte, wenn nicht die Planeten und die Trabanten gegen ihr Centrum angezogen würden durch eine Ziehekraft (Vis centripeta) welche gerade abnimmt, alswie die Quadrate der Abstände wachsen: Also sind alle Planeten auf die Sonne und alle Trabanten auf ihre Primaren schwer; und der Grund ihrer Schwere ist die gegenseitige Ziehekraft, welche im verkehrten Quadratverhältniß der Abstände abnimmt.

Beweis des Mittelsatzes.

Es ist nach den astronomischen Berechnungen gewiß, daß der Mond in dem 60 Halbdurchmesser weitem Abstande von dem Mittelpunkt der Erde eine solche beschleunigende Gewalt besitze, die für sich allein betrachtet hinlänglich wäre, den Mond in der ersten Minute einen Raum von 15 pariser Schuhe 1 Zoll und $1\frac{4}{9}$ Linie gegen den Mittelpunkt der Erde in beschleunigender Bewegung durchlaufen zu machen. Da nun diese beschleunigende Gewalt sich verkehrt, alswie das Quadrat der Entfernung verhält, so müßte sie im Augenblick, wo der Mond die Oberfläche der Erde erreichte, 3600mal stärker sein: der Raum also, den der Mond nahe an der Oberfläche der Erde durch freies Herabfallen binnen der ersten Minute durchlaufen würde, müßte ebenfals 3600mal grösser sein als jener von 15 Schuhe ꝛc. d. i. $= 3600 \times 15$ Schuhe 1. Z. $1\frac{4}{9}$ L. — Da nun in der beschleunigten Bewegung der Raum dem Quadrat der Zeit proportional ist, so läßt sich der Raum für die erste Sekunde also finden:

$3600 : 1 = 3600 \times 15$ Schuhe 1 Z. $1\frac{4}{9}$ L: x. das ist, das Quadrat einer Minute oder das Quadrat von $60'' = 3600$ verhält sich zum Quadrat von $1''$, alswie der Raum unter $60''$ zum Raum, der in $1''$ durchlaufen wird $= 15$ Sch. 1 Z. $1\frac{4}{9}$ L. — Nun ist aber dieser Raum eben derselbe, den ein Erdekörper innerhalb einer Sekunde vermöge seiner Schwere durchläuft: — Also ist die Schwere des Mondes (und so auch der übrigen Himmelskörper) und die Schwere

der

der Erdekörper einerlei — weil sie einerlei Wirkungen hervorbringen. W. z. w.

3. Endlich haben alle Körperelemente Ziehekräfte, die sich auf alle Materietheilchen in diesem Weltraume erstrecken, und die wie die Quadrate der Abstände abnehmen: die angegebene Ursache der Schwere ist daher eine allgemeine Ursache, und sie reichet auch zu, alle hier vorkommende Phönomene hinlänglich zu erklären.

I. Es ist also die **Schwere** ein allgemeiner und beständiger Trieb der Körper sich im Mittelpunkt zu vereinen, der gegenseitig **wirkt**, und abnimmt im verkehrten Quadratverhältniß der Abstände,

II. Und dieser Trieb wird verursacht von der gegenseitigen allgemeinen Ziehekraft der Bestandtheile materiäler Wesen, welche im angeführten Verhältniß wirket.

64.

Erklärung der vorzüglichsten Phönomene.

---

1. Alle bekannte Körper fallen, sich überlassen auf die Erde. — Erklärung: die Ziehekraft, welche wir für den Grund der Schwere halten, ist gegenseitig (mutua grauitas); denn sie kommt allen Körperelementen zu; aber die Summe der anziehen-

den Elemente, woraus die ganze Erde besteht, übertrift beinahe unendlichmal die Summe der Elemente, welche einzele Körper ausmachen: mithin muß der Zug gegen die Erde unvergleichlich stärker sein, als gegen je einen andern Körper, und folglich die Bewegung der Körper gegen die Erde geschehen.

2. Die ruhenden Körper sowohl als die bewegten sind auf die Erde schwer. Erkl. Der Grund der Schwere liegt in der gegenseitigen anziehenden Kraft: nun kann aber in dieser weder die Bewegung noch die Ruhe eine Aenderung machen.

3. Alle Körper sind auf den Mittelpunkt der Erde schwer, obschon nicht ganz genau. Erkl. Die Mechanik lehret, daß alle Theile einer anziehenden Kugel insgesamt also wirken, als wären ihre Kräfte im Mittelpunkt der Kugel vereint: da nun die Erde beinahe kugelförmig ist, so ist es natürlich, daß die Ziehekraft beinahe vom Centrum aus entspringe, nach geraden Linien in alle Gegenden wirke, und so alle Körper gegen den Mittelpunkt hintreibe; woraus dann

4. Erklärbar ist, warum die Richtungslinien der Schwere auf die ebenen Flächen vertikal seien — diese Richtungslinien zielen nach den Centrum der Erde, können also nicht anders als auf die Erdoberfläche vertikal sein: — auch erklärt man aus dem vorigen

5. Warum die Schwere abnimmt, alswie die Quadrate der Abstände wachsen; — denn die Ziehekraft, welche gleichsam vom Mittelpunkt ausgeht, verbreitet sich immer in grössere Räume, muß also abneh-

nehmen, wie die Räume wachsen; diese aber wachsen alswie die Quadrate der Abstände vom Mittelpunkt angerechnet (n. 12. VII.).

6. Das Gewicht ist im Verhältniß mit der Masse. Erkl. Das Gewicht (Pondus) ist die Summe aller schweren Theile unter einem gegebenen Inbegrif: je grösser diese Summe ist, desto grösser muß denn nothwendig das Gewicht sein; und so befolgt die Gewichtigkeit der Körper sehr natürlich das Verhältniß der Massen und nicht der Oberflächen.

7. Ein fallender Körper beschleunigt seine Bewegung, gleichförmig. Erkl. Die Ziehekraft, der Grund der Schwere, wirkt stäts, determinirt also unaufhörlich den fallenden Körper zur Annäherung zur Erde, und diese Determination ist in geringen Höhen in jedem kleinen Zeittheilchen gleich, ist seine Vis vniformiter acceleratrix: — Aber da muß denn eben in jedem unmerklichen Zeittheilchen ein gleiches Zunehmen der Geschwindigkeit, und mithin auch der Bewegung erfolgen; woraus denn die gleichförmige Bewegung (Motus vniformiter acceleratus).

8. Alle Körper, von sehr ungleichem Gewichte, fallen im luftleeren Raume, von gleicher Höhe, gleichgeschwind. Erkl. Das Gewicht der Körper verhält sich als wie die Menge der Theilchen (vorherg. 6.). Nehmen wir nun an, der Körper A bestehe nur aus Einem Materietheilchen, der Körper B aber aus 100 derselben; so wird das Gewicht von A sich zu dem von B verhalten wie 1 : 100: mithin die Kraft, welche in jedem einzelen Theilchen von B wirkt alswie $\frac{1}{100}$

zur

zur ganzen = 1 : 100 : folglich ist sie derjenigen Kraft gleich, welche in dem Körper A wirkt; sind aber die Kräfte, welche der Grund der Bewegung sind, in A und B gleich, so müssen auch ihre Geschwindigkeiten gleich sein. d. i. der Körper A und der mehr gewichtige B fallen gleich geschwind. — — Anders: man denke sich den Körper B in seine einfachen Theile aufgelöst, und lasse sie in Gedanken aufgelöst herabfallen von gleicher Höhe, und man wird ohnschwer einsehen, daß der Fall von A und B gleichgeschwind sein müsse: soll nun in ihrer Verbindung, der Zusammenhang in B eine Aenderung der Geschwindigkeit erwirken? — In B werden mehrere Theile, aber diese doch nicht stärker gezogen als jene von B. —

Dieß hat freilich in freier Luft nicht statt. In der freien Luft haben die fallenden Körper den Zusammenhang der Lufttheilchen, und eine ihrer Oberfläche proportionirten Luftmässe wegzuräumen, da nun der gewichtigere Körper mit mehreren Theilen auf das nemliche Hinderniß wirkt, als ein anderer, der gleiche Oberfläche aber ein geringeres Gewicht hat, so kann er dasselbe leichter überwinden, und schneller fallen. — Man lasse auf einer Seite 10 auf der andern 5 Männer gleich stark zu einem Ziele laufen, es lägen aber gleiche Hindernisse im Wege: die 10 werden früher zum Ziele kommen — Nicht so, wenn keine Hindernisse da sind; sie mögen Hand in Hand geschlungen, oder frei, ihren Lauf machen.

9. Die im Medium fallenden Körper erhalten nach und nach eine gleichförmige Bewegung. Erklär. Das Hinderniß, das dem fallenden Körper der

Zu:

Zusammenhang des Mitteldinges, und seine wegzuräumende Masse, entgegensetzen, vernichten immer etwas von den Zuwüchsen der Geschwindigkeit, und so wird denn die Bewegung nach und nach nothwendig gleichförmig.

* Je dichter das Mittelding ist, desto grössern Widerstand wird der fallende Körper leiden, desto früher zur gleichförmigen Bewegung gelangen — die Trümmer eines zerschlagenen Körpers bewegen sich früher gleichförmig als der ganze Körper, weil die Oberfläche der Trümmer grösser als jene des ganzen Körpers ist (n. 58. V.) — je schneller die Bewegung des fallenden Körpers ist, desto früher wird sie gleichförmig (n. 58. IV.).

10. Die Bewegung eines in die Höhe geworfenen Körpers z. B. einer abgeschossenen Kanonenkugel ist gleichförmig abnehmend. Erkl. die Schwere wirkt der Bewegung aufwärts gerade entgegen. Da nun die Schwere in jedem Moment gleich wirkt; so muß das Abnehmen der Geschwindigkeit immer gleich, folglich auch die Bewegung gleichförmig abnehmend sein, bis sie ganz aufhört: wo denn der Körper einen Augenblick ruhet, und mit gleichförmig beschleunigter Bewegung wieder auf die Erde fällt.

11. Die Schwere der Körper ist nicht in allen Erdegegenden gleich — grösser bei den Polen, kleiner in den Aequatorgegenden. — Erkl. die Erde dreht sich um ihre Achse, wie wir noch anderswo zeigen werden, und durch dieses Umdrehen der Erde, welches innerhalb 24 Stunden erfolgt, erhalten die Erdekörper einen Trieb von der Erde wegzufliegen, alswie der Stein der im Kreise bewegten Schleuder; — dieser Trieb wegzufliegen wirkt 1. der Schwere entgegen 2. ist beim Aequator am

grös-

größten, gegen die Pole am kleinsten, und 3. wirkt beim Aequator der Schwerkraft ganz in gerader Linie, vertikal entgegen — den Polen zu immer unter einem grössern Winkel. — Zur Erläuterung dienet Fig. 5. — Ferner ist die Erde massereicher den Polen zu als gegen den Aequator u. s. w.

12. Die Verschiedenheit der Schweren auf hohen Bergen und an ihrem Fuße, erklärt man aus der merklich verschiedenen Entfernung vom Mittelpunkt der Erde, wo das Abnehmen der Schwere, welches im verkehrten Quadratverhältniß der Abstände geschieht, merklich werden muß.

65.

Einige Einwürfe und Antworten darauf.

Einwurf. Stosse ich mit gleicher Gewalt zwei Körper von verschiedener Masse, so bewegt sich der von grösserer Masse langsamer als der von kleinerer Masse; — soll dieß nicht auch erfolgen, wenn zween ungleich gewichtige, frei fallende Körper von der nemlichen Erde angezogen werden? — Soll nicht der Körper kleinerer Masse schneller fallen?

Antwort. Keines Weges. Werden zwei Körper ungleicher Masse von der nemlichen Erde angezogen, so ist in jedem einfachen Theilchen sowohl der grössern als der kleinern Masse, die Determination gegen die Erde vollkommen gleich;

wie

wie den im luftleeren Raume wirklich zwei ungleich gewichtige Körper gleich geschwind fallen. — Anders verhält sich die Sache, wenn ungleiche Massen von außen angestossen werden, da muß die Determination zur Bewegung in den einzelen Theilen der grössern Masse nothwendig kleiner sein als in den Theilen der geringern Masse; denn die Gewalt von außen ist nicht auf jedes einzele Element beider ungleicher Massen die nemliche, sondern nur auf die ganze Summe von Elementen — aber eben darum korespondirt nothwendig jedem Theilchen der grössern Masse eine um so viel kleinere Determination zur Bewegung, um wie viel grösser die Summe der Theile in der grössern Masse, als die Summe der Theilchen in der kleinern Masse ist: und folglich muß beim nemlichen Anstoß die kleinere Masse sich immer schneller bewegen als eine grössere.

Einwurf. Hängt man an Fäden oder Stricken mehrere Körper auf, so werden die Richtungslinien, nach welcher die Fäden, Stricke u. d. gl. gespannt werden, allemal paralell befunden: sie können daher fortgesetzt, unmöglich durch den Mittelpunkt der Erde gehen, und mithin sind die Körper nicht gegen den Mittelpunkt der Erde schwer.

Antwort. Die Richtungslinien sind nur scheinbar paralell; sie sind als Stralen eines unendlich grossen Cirkuls anzusehen, und da verschwindet denn natürlich ihre Divergenz.

Einwurf. Wäre die Ziehekraft gegenseitig, so müßten alle auf der Erde frei liegende Körper sich einander nähren, und in Haufen zusammenkommen.

Ant-

Antwort. Wenn die Anzahl der ziehenden Theile nicht zu gering wäre, um die Hindernisse der Annäherung zu überwinden u. s. w.

66.

Schlußanmerkung.

Nachdem ich alle allgemeine Körpereigenschaften, und die dabei vorkommenden Erscheinungen, aus der **Bewegungskraft** der Körperelemente, die sich

durch Entfernen, Abstossen,
und Annähern, Ziehen

in unmerklichen Abständen, und wohl auch durch wirkliche eigene Bewegung der Elemente äußert, befriedigend, wie mich dünckt, und ungezwungen erklärt habe; so füge ich zum Beschluß nur noch ein paar Bemerkungen bei.

Eine Kraft, und die verwunderlichste Mannigfaltigkeit in den Wirkungen, ist grosses Gewicht auf die Wahrscheinlichkeit der vorgetragenen Theorie denn es ist dieß so die Art der Natur, daß sie mannigfaltige, abwechselnde, grosse Wirkungen mit dem möglichst geringem Aufwand hervorbringe — Lex Minimi.

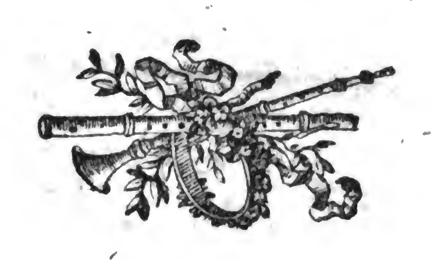
Wir entdecken in den Werken der Natur nirgends einen Sprung, überall sind Abstuffungen, die sich unmerklich ineinander verlieren, in der ganzen Welt herrschet ununterbrochene Stätigkeit der aneinander gereihten natürlicher Dinge — Lex Continui; aber eben die Kräftentheorie füllet die Lücken aus beim Uebergange der Körper = in die Geisterwelt.

Auch

Auch ist kein Naturgesetz, mit dem diese Theorie nicht genau übereinstimmte.

Sie ist von der Art, daß sie sehnen machet, nach einem Plus vltra im Beobachten und Versuche-machen, und dienet, zerstreute Begriffe in einiger Ordnung zu sehen, und noch manche Bruchstücke unsers Wissens und Meinens in Erkenntniß der Natur, in Fügung und Anordnung, zur leichtern Uebersicht zu bringen rc.

Sie führet in die geheimsten Werkstätte der Natur, und veroffenbaret da einen unerreichbar weisen Schöpfer in Anlegung der Kräfte in den Körperelementen und in dieser ihrer Zusammensetzung — entdecket den unnachahmlich mächtigen Directeur in Erhaltung ihrer Thätigkeit — widerlegt handgreiflich das Dreistkühne „Gieb mir Bewegung und Materie, ich will eine Welt erschaffen" und macht anschaulich, daß ein für unsere Sinne unförmliches Sandkörnchen ein grösseres Meisterstück, als das bewundertste Machwerk menschlicher Hände sei. u. s. w.



Sinnstörende Druckfehler.

Seite 43. Zeile 12. Leinengräge statt Leinengewebe. Auf der nemlichen S. n. 28. nach den Worten „untereinander haben“ muß gelesen werden, „mit diesen festen in Berührung kommen“ — Auf der neml. S. Z. 24. diese statt die — Seite 77. Z. 24. soll heißen „als wie die Oberfläche der Körper (III. dieses n.) wenn sie sich in eben demselben ꝛc.“

Vorlesungen
aus der
Naturlehre.

Von
Joseph Weber.

Zweite Abhandlung.

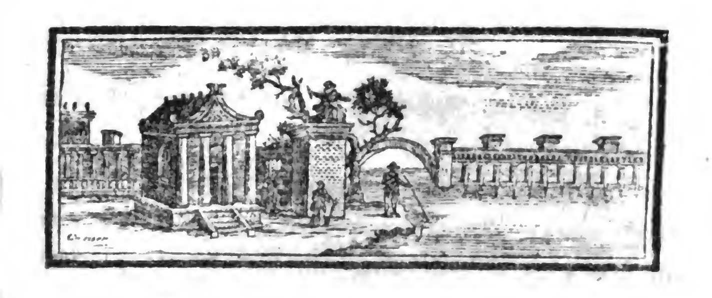
Von den Bewegungsgesetzen, und deren Anwendung auf die Statik und Hidrostatik.



Dilingen,
gedruckt bei Bernhard Kälin, hochfürstl. bischöflichen Universitätsbuchdrucker und Buchhändler.
1789.

Die Wissenschaften sind Piramiden, deren Fußgestell Geschichte und Erfahrung sind.

Verulam.



Zweite Abhandlung.

Von den verschiedenen Bewegungsgesetzen, und von der Anwendung dieser Gesetze auf Statik, und Hidrostatik.

1.

Die Bewegung wird aus mancherlei Gesichtspunkten betrachtet, und erhält deßwegen verschiedene Namen: — So ist die Bewegung in Hinsicht,

1. Auf die Lage, wirklich, scheinbar; gemeinschaftlich, eigen.

2. Auf die Kräfte, einfach, zusammengesetzt.

3.

3. Auf die **Richtung**, geradlinigt, krummlinigt.

4. Auf die **Geschwindigkeit**, gleichförmig, verändert, diese beschleunigt, oder abnehmend, gleichförmig beschleunigt, oder gleichförmig abnehmend ꝛc.

2.

Gemeinschaftliche Bewegung (Motus communis, primus) ist die Bewegung, welche ein Körper als Theil eines Ganzen betrachtet mit andern, die das Ganze ausmachen, gemein hat; — so haben alle Personen auf einem sanft hinrinnenden Kahne eine gemeinschaftliche Bewegung. — (Motus proprius — motus secundus) die eigene ist das Gegentheil von der gemeinschaftlichen.

Scheinbare Bewegung (Adparens) ist die Bewegung, wie sie dem Auge aus einem gewissen Gesichtspunkte vorkommt. — So können uns Dinge bewegt scheinen, welche stillstehen, zurückzugehen scheinen, wenn sie vorwärts gehen u. s. w. (Optik): dieses geschieht allemal, wenn wir die wahre Entfernung der Gegenstände voneinander nicht richtig schätzen, oder unser eigene Bewegung nicht mit in das Urtheil über die Erscheinung bringen. — So scheint es uns, daß sich das Gestad bewege, wenn wir auf einem Schiffe unsrer eigenen Bewegung vergessen. u. s. w. Die wahre Bewegung (Verus motus) ist der scheinbaren entgegengesetzt.

3.

Einfache Bewegung (Motus simplex) ist, welche entweder nur von einer einzigen Kraft, oder von mehrern, welche nach einerlei oder nach geradlinigt entgegengesetzten Richtungen wirken, hervorgebracht wird.

Von dieser Bewegungsart sind

1. Der Fall der Körper durch die Schwere,

2. Der Lauf eines Wagens, der von mehrern Pferden gezogen wird,

3. Das Emporsteigen eines senkrecht in die Höhe geworfenen Steines, dem die Schwere geradlinigt entgegenwirkt.

Die Bewegung, welche herrührt von Kräften, die nach verschiedenen Richtungen zielen, oder deren Richtungen einen Winkel gestalten, ist zusammengesetzte Bewegung (Motus compositus).

4.

Krumlinigte Bewegung (Motus curuilineus) gehört immer zu den zusammengesetzten Bewegungen, und ist jene, wobei der zurückgelegte Weeg eine krumme Linie ist. Einfache Bewegungen sind immer geradlinigt, d. i. weichen von ihrer Richtung nie ab.

5.

Gleichförmige Bewegung (Vniformis, aequabilis motus) dessen Geschwindigkeit immer

gleich bleibt — oder der in gleichen Zeiten immer gleiche Räume zurücklegt. — So muß der Zeiger einer guten Uhr jede Stunde, jede Minute rc. gleich weit gehen — gleich geschwind sich bewegen, d. i. muß seine Bewegung gleichförmig machen. — Veränderte, ungleichförmige Bewegung (Motus variatus — inaequabilis) ist die Bewegung eines Körpers, dessen Geschwindigkeit nicht immer gleich ist — heißt

beschleunigte, wachsend (acceleratus) oder vermindert, abnehmend (retardatus)

Wenn die Geschwindigkeit von Zeit zu Zeit grösser, oder geringer wird. — Beispiel an einem Schiffe, das in einem Fluß von allerlei Krümmungen, schwimmt — bald von mehrern, bald von wenigern Rudern getrieben wird.

Gleichförmig beschleunigte Bewegung (Motus vniformiter, aequabiliter acceleratus) ist die Bewegung jenes Körpers, dessen Geschwindigkeit in gleichen Zeiten gleichstark zunimmt. (Erste Abhandl. n. 47. 5.) B. im Falle eines Steines; sie entsteht, wenn eine unveränderte Kraft in dem schon bewegten Körper zu wirken fortfährt, und ihm in gleichen Zeiten immer gleiche Zusätze der Geschwindigkeit giebt, alswie die Schwere der Körper. — Nimmt die Geschwindigkeit der Körper zu, doch nicht in gleichen Zeiten, mit gleicher Stärke, so ist die Bewegung ungleichförmig beschleunigt; so fällt der Körper, wenn die Höhe, von der ein Körper fällt, zum Halbmesser der Erde ein merkliches Verhältniß hat.

Gleich=

Gleichförmig verminderte Bewegung (Vniformiter — aequabiliter retardatus) ist jene Bewegung des Körpers, dessen Geschwindigkeit in gleichen Zeiten, gleich abnimmt, Beispiel an einem in die Höhe geworfenen Körper. — Im Gegentheile ungleichförmig abnehmend...

6.

Gesetze verschiedener Bewegungsarten.

Vorerinnerung.

Diese Materie ist eigentlich ein Gegenstand der angewandten Mathematik. Da aber alles in der Körperwelt durch Bewegung geschieht, und mithin sich in der Phisik ohne genaue Kenntniß der Bewegungsgesetze nicht wohl ein Fortgang machen läßt, so halte ich es für nöthig, das Brauchbarste dieser Materie vorzutragen, und den Vortrag dessen allen meinen Zuhörern anzubequemen. Nemlich, ich hebe nur die fruchtbarsten Sätze aus, und gebe davon die leichtesten Beweise; jene, welche tiefere Einsicht in die Mathematik fodern, als der grössere Theil meiner Hörer besitzt, nehme ich als Lehnsätze (Lemmata) aus der höhern Mechanik auf, zeige überall die Uebereinstimmung derselben mit der Erfahrung, und komme hie und da der Vorstellung durch Werkzeuge, Modelle u. d. gl. zu Hilfe. Dieß, denke ich, soll zum voraus die abschreckende Meinung mildern, welche die Anfänger in der Phisik

sit aus Hörensagen von dieser Materie haben; soll ihnen Muth machen, auch hier mit Lust an die Sache zu gehen, und sich nicht durch Schwierigkeiten, die nirgends sind, in ihrem Fleiß aufhalten lassen. Die Mühe im Nachdenken über die in dieser Abhandlung vorkommenden Gegenstände, wird wohl vergolten, denn es ist auch kein gering Vergnügen, Wahrheiten, die etwas tiefer liegen, deutlich zu schauen, und es ist ein grosser Gewinn in dem, daß diese Abhandlung den Verstand der Anfänger schärfet, und geschickt macht, alles, was in den übrigen Theilen der Naturlehre vorkommt, leicht und schnell zu fassen — anderer Vortheile nicht zu gedenken.

7.

Gesetze der gleichförmigen Bewegung

1. Bewegen sich zwei Körper A und B gleichförmig, und gleichlange Zeit; A durchläuft aber einen dreimal grössern Raum, als B, so wird die Bewegung von A dreimal geschwinder genennt, als die Bewegung von B.

2. Setzen wir, daß die beiden Körper A und B einen gleich grossen Raum, mit gleichförmiger Bewegung zurücklegen; B aber brauche dreimal mehr Zeit dazu als A; so wird dann die Bewegung von A wieder dreimal geschwinder heißen als jene von B.

I. Es ist also in der gleichförmigen Bewegung, wenn die Geschwindigkeit C, der Raum

S,

S, und die Zeit T heißen, $C = \frac{S}{T}$; und in Vergleich zweier $C : c = \frac{S}{T} : \frac{s}{t}$ woraus

II. Diese 2 Proportionen $S : s = Ct : ct$, und $T : t = \frac{S}{C} : \frac{s}{c}$.

* Der Raum, den der Körper mit gleichförmiger Bewegung durchläuft, wird schicklich durch ein Parallelogram ausgedrückt (Fig. 6.) dessen Höhe AB die Zeit; die Grundlinie BC die Geschwindigkeit ausdrückt, denn durch dieses Bild kann in uns der Gedanke richtig entstehen, daß in gleichen Zeiten immer gleiche Räume durchgelaufen werden, — daß die Räume seien, wie das Produkt aus Geschwindigkeit in die Zeit u. s. w.

8.

Gesetze der gleichförmig beschleunigten Bewegung.

Bei dieser Bewegung erhält die Geschwindigkeit des Körpers in allen folgenden gleichen Zeiten gleiche Zuwüchse, mithin ist $C = T$. Den Raum S, welchen ein Körper mit dieser Bewegung macht, drückt schicklich ein rechtwinklichtes Dreieck A B C aus. Beweis:

Man stelle sich die Zeit während dem Fall durch einen gewissen Raum, unter der Linie A1 vor, (Fig. 6.) die am Ende dieser Zeit erlangte Ge-

schwindigkeit sei 1a, ziehe alsdann die Linie Aa, so stellt das Dreieck A1a den während dieser Zeit durchgelaufenen Raum vor. Denn wenn wir setzen, die Linie A1 werde in unendlich viele kleine Theilchen getheilt, und durch jegliche Theilungspunkte mit 1a eine Parallele gezogen, so werden diese Geschwindigkeiten in jedem dieser kleinen Theilchen die Zeit vorstellen. — Nun verhält sich aber der Raum, welcher in jedem unendlich kleinen Zeittheilchen beschrieben wird, wie die Geschwindigkeit (denn in so kurzen Augenblicken kann man die Geschwindigkeit als gleichförmig betrachten) mithin ist die Summe aller dieser in gleichen Momenten der Zeit A1 beschriebenen Räumchen, die Summe aller Geschwindigkeiten, oder der zunehmenden Pararelllinien mit 1a, welche jene vorstellen. Die Summe aber aller dieser Linien macht den Raum des ganzen Dreiecks A1a aus: mithin ist der ganze in der Zeit A1 durchgelaufene Raum, der Raum des Dreiecks A1a. — Es stellet daher auch das Dreieck A2b den Raum vor, welcher in der Zeit A2 durchlaufen worden, und das Dreieck A3c den in der Zeit A3 durchgelaufenen u. s. w.

Nun sind die Dreiecke A1a, A2b u. s. w. einander ähnlich (Geometr.). Es stehen aber ähnliche Dreiecke in dem Verhältniß der Quadrate ihrer gleichnamigen Seiten; und so verhalten sich die Dreiecke A1a, A2b u. s. w. alswie die Quadrate A1, A2, oder 1a, 2b ꝛc.

Woraus dann folgende Gesetze der gleichförmig beschleunigten Bewegung einleuchten.

I.

I. $S = T^2$, oder C^2 mithin auch

II. $T = \sqrt{S}$ — d. i. der vom Anfange durchgelaufene Raum ist in der doppelten Zeit viermal, in der dreifachen 9mal so groß u. s. w. als in der einfachen. . . Die durchgelaufenen Räume vom Anfange an gerechnet, folgen daher also aufeinander 1. 4. 9. 16. 25. u. s. w. Und die Zeit ist wie die Wurzel des Raumes ꝛc.

Diese Gesetze lassen sich im vorigen Bilde (Fig. 6. Tab. I.) anschaulich machen. A1a sei der Raum, den ein Körper in dem ersten Zeitchen durchläuft: A2b sei der Raum, den er in zweien dem ersten gleichen Zeitchen durchläuft: A3c der Raum drei solcher Zeitchen ꝛc. Nun aber enthält A2b vier Triangeln, welche dem A1a gleich sind: A3c enthält 9 derlei Triangeln ꝛc.

Es ist daher in der Zeit 2 der Raum = 4; in der Zeit 3 der Raum = 9 u. s. w. das ist $S = T^2$; und $T = \sqrt{S}$.

Eben lehrt auch der Augenschein, daß die Räume einzeln betrachtet im arithmetischen Verhältniß stehen, und also aufeinander folgen 1. 3. 5. 7. 9. u. s. w. denn der im zweiten Moment durchgelaufene Raum 1a2b enthält 3 Triangeln, welche jenem des ersten Moments A1a gleich sind; der Raum 2b3c, welcher im dritten Moment durchgeloffen worden, enthält 5 solche u. s. w.

Bringt man endlich noch die beschleunigende Kraft V mit in die Rechnung, so erhält man zur

Be=

Bestimmung des Raumes, der mit gleichförmig beschleunigter Bewegung durchgelaufen wird, durch diese Formel $S = VT^2$.

* Durch $S = T^2$ läßt sich die Höhe eines Thurms, die Tiefe eines Brunnens u. d. gl. bestimmen; durch Hilfe der Beschleunigung erhält man eine grössere Quantitas Motus z. B. beim Pfahleinschlagen u. s. w.

9.

Bei einer gleichförmig abnehmenden Bewegung verhalten sich die Verminderungen der Geschwindigkeiten, wie die Zeiten, in welchen die Geschwindigkeiten abnehmen; da sich nun bei einer gleichförmig zunehmenden Bewegung die Zusätze der Geschwindigkeiten gleichfals verhalten, wie die Zeiten, so ist eine gleichförmig abnehmende Bewegung eine verkehrte gleichförmig zunehmende Bewegung. Es gelten daher die Gesetze der gleichförmig beschleunigten Bewegung auch von der gleichförmig abnehmenden nur in verkehrter Ordnung.

10.

Gesetze der zusammengesetzten Bewegung.

Wirken zwei Kräfte nach verschiedenen Richtungen (unter einem Winkel) auf einen Körper, so muß eine Bewegung erfolgen, die mit beiden Kräften ein Verhältniß hat: nun aber

macht

macht dieß Verhältniß nur die Mittellinie (die Diagonallinie) aus, welche man erhält, wenn man aus den zwei Richtungen der Kräfte ein Parallelogram formirt: mithin beschreibt ein Körper durch zwei nach verschiedenen Richtungen wirkender Kräfte bewegt allemal die Diagonale eines Parallelograms, das man mit den Richtungen der Kräfte errichtet.

* Man begreift dieß leicht, wenn man bedenkt, daß der Körper A (Fig. 7. T. I.) an welchen 2 Kräfte nach den Richtungen AC und AD stossen, vermöge der Kraft B in der Linie ce, und vermöge der Kraft C in der Linie de, am Ende einer gewissen Zeit sein müsse. Der Körper A aber kann unmöglich zu gleicher Zeit in beiden Linien sein, außer in dem Punkt e, wo beide Linien einander schneiden. Also ꝛc.

** Eine Menge Erfahrungen bestätigen dieß Gesetz... Ein Schiff wird durch Rudern, das auf beiden Seiten geschieht — oder durch den Strom, und dem seitwärts blasenden Wind nach der Diagonal bewegt — ein durch den Daumen und Zeigefinger gepreßter Kirschenkern fliegt nach eben dieser Richtung — — Das Flügen der Vögel — das Schwimmen einiger Fische, die Bewegung der Muskeln, u. a. m. geschehen nach diesem Gesetze.

I. Die Geschwindigkeit des Körpers A, die er durch die zusammengesetzte Bewegung erhält, ist zu jener einer einzelen Wirkung, die z. B. B erhält, wie die Diagonallinie A e zur Seite A c, welche die Wirkung der einzelen Kraft ausdrückt.

II. Da nun die Diogallinie A e stäts kleiner sein muß, als die Summe beider Seiten A c + A d, so

so ist auch die Geschwindigkeit der zusammengesetzten Bewegung stäts kleiner, als die Geschwindigkeiten zusammengenommen, welche der Körper von den einzelen Kräften nach einer und eben derselben Richtung würde erhalten haben.

III. Da ferner die Diagonallinie immer wächst, je spitziger der Winkel wird, unter dem B und C auf A wirken, und im umgekehrten Falle kleiner; so muß auch die Geschwindigkeit, mit welcher der Körper A sich bewegt, um so viel grösser sein, als spitziger der Winkel ist, den die Richtungen der Kräfte formiren, und um so viel kleiner, als stumpfer der Winkel ist.

* Daher können einerlei Kräfte sehr verschiedene Bewegungen mit verschiedenen Geschwindigkeiten verursachen — nachdem die Winkel ihrer Richtungen verschieden sind.

IV. Da es nun einerlei ist, ob sich der Körper A mit der Gewalt Ae allein, oder mit Ac und Ad zugleich bewege, so kann man sicher jede Diagonallinie als eine solche ansehen, die von einer zusammengesetzten Kraft erzeugt wird. — Will man also das Verhältniß dieser wirkenden Kräfte beurtheilen, so muß man allererst die Bewegung nach der Diagonal in eine zusammengesetzte verwandeln, auflösen. —

* Aus dem vorhergehenden ist es auch leicht den Weg zu zeichnen, den ein Körper von mehreren Kräften getrieben nehmen muß. Man suche nur zu zwei und zwei Kräfte nach und nach die Diagonallinie — die letzt gefundene giebt den Weg an. (Fig. 8. Tab. I.)

V.

V. Endlich ist es einleuchtend, daß, wenn ungleichartige Kräfte den Körper unter einen Winkel treiben, und die Parallellograme in ihrer Breite und Länge nicht nach einerlei Verhältniß wachsen, oder abnehmen, der Körper in einer krummen Linie bewegt werden müsse.

11.

Gesetze der Bewegung über die schiefe Ebene.

Erklärungen.

Eine gegen der Horizontallinie sich neigende Fläche, heißt eine schiefe Ebene — eine schiefliegende Fläche (Planum inclinatum — Fig. 9. T. I.).

Die Linie AC wird die Länge = dem Radius, AB die Höhe = dem Sinus, CB die Grundlinie = dem Cosinus genennt.

Die Gewalt, womit ein Körper nach der senkrechten Richtung der Schwere wirkt, und allemal seinem Gewichte gleich ist, heißt ganze Gewalt (Vis absoluta). Jede aber, die kleiner ist, als die absolute, respektive Gewalt (Vis respectiua).

12.

Erfahrung.

Ein Körper, der sich über eine schiefe Ebene

bewegt,

bewegt, wird immer zum Theil getragen; unterstützt, — und zwar desto mehr — je grösser die Neigung gegen die Horizontallinie ist: wirkt daher nicht nach seiner ganzen Schwere.

I. Es ist also die äußere Gewalt, die zur Aufhaltung der Bewegung eines Körpers auf einer schiefen Fläche erfoderlich ist, geringer, als das Gewicht des Körpers, und zwar um so viel geringer, als näher die Grundlinie der Länge kommt z. B. in der Bewegung einer Last über die sogenannte Leiter, daß also

II. Ein Körper, der auf einer schiefen Ebene liegt, oder bewegt wird, auf die Fläche drückt mit einer Gewalt, die sich zur ganzen Schwere verhält, wie die Grundlinie zur Länge, oder wie der Cosinus des Winkels C zum Radius :- algebraisch $P : V = CB : AC = Cſ : R$.

III. Und die respektive Gewalt, womit so ein Körper über die Fläche hinzufallen strebt, ist zur ganzen Schwere, wie die Höhe zur Länge, oder wie der Sinus zum Radius — algebraisch

$$v : V = AB : AC = S : R.$$

13.

Die Erfahrung lehret, daß die Bewegung der Körper über die schiefen Ebenen durch ihre Schwere gleichförmig beschleunigt werde (Erste Abhandl. n. 61. 7.) und da gelten dann die obenangeführten Gesetze auch hier.

I.

I. Die Zeiten, in welchen die Körper auf verschiedenen Ebenen A C, und A H von eben der Höhe A B herunterfallen, sind in dem Verhältniß der Längen zu der Höhe.

II. Die Geschwindigkeit in der Bewegung über die schiefen Ebenen, verhält sich zur senkrechten Bewegung von gleicher Zeit, wie die Höhe zur Länge.

III. Der Raum, den der Körper in der Bewegung über eine schiefe Ebene macht, verhält sich zum Raum in der senkrechten gleichzeitigen Bewegung, wie die Höhe zur Länge. u. s. w.

14.

Gesetze der Bewegung in Fällen, wo die Richtung bewegter Körper durch eine äußerliche Ursache abgeändert wird.

Der Körper bewegt sich unaufhörlich nach der nemlichen Richtung, wenn nicht eine äußerliche Ursache an der Richtung eine Aenderung machet: unter diese Richtung ändernde äußerliche Ursachen gehören vornehmlich

I. Die Mitteldinge.

II. Der Gegenstand, auf den ein bewegter Körper wirket — auffällt.

III. Der Stoß, und

IV. Die Schwere oder der Zug bewegter Körper auf ein Centrum.

Von jeder dieser Richtung ändernden Bewegung ins besondere.

15.

Abweichung des Körpers von seiner vorigen Richtung im Mittel.

Weicht ein bewegter Körper von seiner Richtung ab, und beschreibt in seiner fortgesetzten Bewegung wieder eine gerade Linie; so heißt seine Bewegung eine gebrochene. (Motus refractus).

16.

Der Winkel, den die neue Richtungslinie mit der vorigen in Gedanken verlängerten Richtungslinie formirt, wird Abweichungs- Refraktionswinkel genennt.

17.

Der Körper tritt entweder senkrecht, oder schief in ein neues Mittel:

Und dieses ist dichter, und mehr widerstehend, oder dünner, und minder widerstehend, oder gleich dicht, gleich widerstehend.

Daher gelten folgende Gesetze.

I. Geht ein sphärischer Körper senkrecht in einen neuen Mittelkörper, so kann seine Geschwindigkeit vermindert, aber nicht seine Richtung geändert werden.

II.

II. Geht aber der Körper von einem Mittel in ein neues dichteres, das seiner Bewegung mehr widersteht, schief ein, so wird seine Bewegung gebrochen, und der Körper weicht von der senkrechten Richtung merklich ab. — Beweis. Die schiefe Bewegung gleicht einer Diagonal eines Parallelograms, und die Diagonal erhält allemal eine andere Richtung, sobald in einer Kraft eine Aenderung vorgeht, die nicht auch in der andern statt findet, nun aber geht im angezeigten Falle allemal eine Aenderung in einer Kraft vor, solange der Körper noch nicht ganz in das Mittel eingetreten ist; denn in der senkrechten Richtung stößt der Körper auf das Mittel mit einer grössern Oberfläche, als in der horizontalen: folglich empfängt die senkrechte Bewegung mehr Widerstand, als die horizontale: Die Diagonal entfernt sich also von der senkrechten Richtung, und nähert sich der horizontalen d. i. — Die Bewegung wird vom Perpendikul gebrochen (Fit refractio a perpendiculo).

Ein Bild zur Erläuterung (Fig. 10. T. I.): es werde eine Kugel A in das Wasser BC schief nach der Richtung def gestossen, statt der Diagonal ef kann man setzen die Seiten eg, und ec, (n. 10. IV.) wovon die erste die vertikale, die zweite die horizontale oder parallele Kraft ausdrückt. Fängt die Kugel A an, in den neuen, mehr widerstehenden Mittelkörper zu übergehen, so wird der Widerstand nach der senkrechten Richtung gleich sein, dem ganzen Bogen mon, und der Widerstand nach der horizontalen Richtung, dem halben Bogen on: weil dies nun von allen Zirkelbögen gilt, wird der

senkrechte Widerstand allzeit noch so groß sein, als der parallele, bis der halbe Körper in das neue Mittel ganz eingetreten ist; alsdenn wird der senkrechte Widerstand sich immer gleich bleiben; der horizontale aber immer wachsen, bis er dem senkrechten gleich kommt d. i. — bis der Körper ganz in dem Mittelkörper versenkt ist. — Da muß denn der Körper während des Eindringens in ein neues dichteres Mittel immer mehr von seiner Vertikalkraft, als von seiner parallelen verlieren. — — Mithin die Diagonal, und folglich die Richtung des Körpers immermehr von der vertikalen eg abweichen.

III. Ist der neue Mittelkörper **dünner**, und thut er dem eintretenden Körper weniger Widerstand; so wird die Bewegung abermal gebrochen. Weil aber in diesem Falle die parallele Richtung mehr Widerstand leidet, als die senkrechte, so geschieht das Brechen zu dem Perpendikul.

* Ist der Körper, der in ein neues Mittel übergeht, nicht sphärisch, sondern ireguläerer Figur, so muß auch diese in Rechnung kommen.

18.

Folgesätze.

I. Das Brechen der Bewegung erfolgt nur beim Eintritt in ein neues, mehr, oder minder widerstehendes Mittel, und dauert solange, bis der ganze Körper eingesenkt ist; hernach geht die Bewegung in gerader Linie fort.

II.

II. Die Abweichungen von der vorigen Richtung — oder der Abweichungswinkel fek muß um so grösser sein, als kleiner der Auffallswinkel Bed ist; denn in diesem Falle währet die Ungleichheit des Widerstandes länger.

III. Je grösser die Ungleichheit der Mitteldinge, in welche der Uebergang geschieht, desto grösser ist auch die Abweichung.

IV. Ist die Verschiedenheit stätig, so muß auch die Abweichung von der vorigen Richtung stätig — eine stäts von der vorigen Richtung abweichende d. i. eine krumme Linie sein.

V. Und weil diese Verschiedenheit in jedem Uebergange wirklich stätig ist, so macht der Körper bei dem Eintreten in das Mittel — wirklich eine krumme hernach aber eine gerade Linie; sobald nemlich die Ungleichheit des Widerstandes aufhört.

* Daraus die Erklärung (zum Theil) warum die Kugel eines Feuerrohrs, die schief auf einen Fisch unter das Wasser geschossen wird, den Fisch verfehlet, wenn nicht unter den Fisch gezielet und gehalten wird — u. d. gl.

19.

Aenderung der Richtung bewegter Körper beim Auffallen auf einen Gegenstand.

Es sind folgende Fälle möglich:

a. Entweder ist der Gegenstand, auf den ein Körper fällt, weich, oder hart, oder elastisch.

b. Der auffallende Körper besitzt entweder Elastizität, oder keine.

c. Und die Richtung des auffallenden Körpers ist entweder senkrecht, oder schief.

* Es giebt zwar keine vollkommen elastische Körper, wie wir hier durchgehends voraussetzen müssen; dennoch kommen stählerne, gläserne, und elfenbeinerne Kugeln den vollkommen elastischen Körpern sehr nahe. Newton (Phil. natur. princip.) fand durch Versuche, daß die Wirkung der Zusammendrückung sich beinahe verhalte bei gläßernen Kugeln $= 15 : 16 = \frac{15}{16} : 1$, und bei Kugeln, die aus fest zusammengeschnürter Wolle bestanden $= 5 : 9 = \frac{5}{9} : 1$. Woraus erhellet, daß die Elastizität der erstern, jener der vollkommen elastischen Körper sehr nahe komme.

20.

Versuche.

1. Läßt man eine Kugel aus Blei, oder Elfenbein (eine unelastische, oder elastische) nach welcher Richtung man will, auf einen weichen Thon fallen, so verliert sie da ihre Bewegung, und bleibt stecken.

2. Läßt man eine elfenbeinerne Kugel auf eine mit Fett bestrichene Marmorplatte, die wir einen harten Körper nennen — oder auf eine mit Fett bestrichene

chene

ebene elastische Fläche herabfallen **senkrecht**; so springt die Kugel senkrecht wieder in die Höhe, und hinterläßt einen runden Flecken.

3. Fällt die elastische Kugel **schief** auf, so springt sie von der flachen harten, oder elastischen Ebene ab, in einer entgegengesetzten schiefen Richtung, beinahe unter dem nemlichen Winkel, unter welchem sie aufgefallen, und hinterläßt einen länglichten Flecken.

* Mit andern Worten: fällt ein elastischer Körper auf einer harten, oder elastischen Ebene schief auf, so prällt er nach entgegensetzter Richtung also ab, daß der Reflexionswinkel dem Auffallswinkel gleich ist. . . Auffallswinkel heißt jener, den die Direktion des schief bewegten Körpers D (Fig. 11. Tab. I.) mit der Fläche AC machet. Reflexionswinkel ist jener, den die Richtung des bewegten Körpers nach der Abprällung CG mit der Ebene CB bildet. —— Aehnliche, konforme Erfahrungen haben wir in allen Fällen des Auffalls.

21.

Folgesätze.

I. Fällt ein Körper auf einen weichen Körper auf, so dringt er in seiner vorigen Richtung mit allmählig durch den Widerstand des weichen Körpers verminderten Gewalt in denselben ein, bis diese ganz gehemmet ist, und er stecken bleibt — ruhet.

II. Fällt ein elastischer Körper z. B. eine Kugel auf einen harten, oder wieder elastischen ruhenden

Körper auf; so erhält die Kugel eine zurückprällende Bewegung, so, daß

a. Das Zurückprällen in gerader entgegengesetzter senkrechter Richtung geschieht, wenn die Richtung des Falles senkrecht gewesen.

b. Unter einem Winkel aber, der dem Einfallswinkel gleichet, wenn der Auffall nach schiefer Richtung geschehen.

22.

Erklärung,

I.

Um mehrere Deutlichkeit auf diese Sätze zu verbreiten.

1. Es falle ein vollkommen elastischer Körper auf einen andern, vollkommen harten senkrecht auf. Seine Masse sei = 2, seine Geschwindigkeit = 6, mithin seine Bewegungsgrösse = 12. Sobald der elastische Körper zur Berührung des unterlegten Körpers kommt, wo der Körper mit seiner Stoßkraft widersteht, muß ein Grad der Geschwindigkeit verloren gehen; und wäre dieser der einzige, so würde der Körper ruhen. Da aber noch 5 Grade der Geschwindigkeit übrig sind, nähert sich der Körper, und die zurücktreibenden gegenseitigen Kräfte vermehren das Zusammendrücken, und zwar mit einer Gewalt = 2. Mithin ist der neue Verlust der Geschwindigkeit = 2 und in dieser unendlich kleinen Zeit würde der Körper ruhen, wenn nicht noch die Geschwindigkeit = 3 übrig wäre:

Es

Es wächst also das Zusammendrücken im Verhältniß mit der Geschwindigkeit = 3 (Weil die Stoßkräfte wachsen, wie die Abstände abnehmen) und der ganze Verlust von Geschwindigkeit ist = 6; denn im ersten Moment gieng verloren 1, im zweiten 2 im dritten 3. Weil nun der Körper vollkommen elastisch angenommen wird, so wirkt diese im Zustande des größten Zusammendruckes = 3, im mittlern = 2, und im ersten = 1: es wird also die vorige Figur der Kugel wieder hergestellt.

Da aber der Gegenstand ein unbeweglicher vollkommen harter Körper ist, so muß die ganze Gewalt auf die zusammengedrükte Kugel verwendet, und weil die elastische der zusammendrückenden Gewalt gleich ist, die vorige Geschwindigkeit, und die vorige Richtung herfürgebracht werden.

* Es bedarf kaum einer Erinnerung, daß die elastischen Kräfte die vorige Figur des Körpers mit **beschleunigter** Gewalt zurückbringen.

2. Setzen wir nun, daß der nemliche Körper mit der nemlichen Geschwindigkeit auf einen andern gleichfalls unbeweglichen, aber **elastischen** Körper senkrecht auffalle — Da werden beide Körper ihre Figur ändern, und jeder nach der **halben** Bewegungsgrösse zusammengedrückt werden; denn die halbe Kraft wird zum Zusammendrücken der Kugel, die andere Hälfte aber zum Zusammendrücken des unbeweglichen Körpers verwendet. Die auffallende Kugel kann also durch ihre Schnellkraft nur die halbe Geschwindigkeit zurück erhalten, weil sein Zusammengedrücktsein nur der halben Geschwindigkeit gleicht.

Es ist aber auch der unbewegliche Körper zusammengedrückt; mithin macht er nicht nur, daß sich die Kugel gegen ihn nicht ausdehne, sondern theilt ihm auch durch seine Federkraft die andere Hälfte der Geschwindigkeit mit.

Die Kugel muß also mit der nemlichen Geschwindigkeit, und da die elastischen Kräfte der vorigen Richtung gerade entgegen wirken, in der nemlichen senkrechten Linie zurückprällen.

* Die runde Gestalt des Fleckens, den die auffallende Kugel zurückläßt, bestätiget diese Erklärungen.

II.

Ist der Auffall schief z. B. nach der Richtung DC (Fig. 11.) so kann die Richtung DC als Diagonal = AD + DF angesehen werden.

1. Wären beide Körper, der anstossende und der unbewegliche angestossene, unelastisch, so würde der schief auffallende nach dem Stoß, unter welchem alle Vertikalkraft verloren geht, mit der parallelen Gewalt in der Richtung CB mit der Geschwindigkeit CB = AC = DF fortbewegt werden.

2. Ist aber der aufstossende elastisch, und der unbewegliche hart, oder auch elastisch, so erhält der aufgefallene Körper bei C eine Bestimmung nach der vertikalen Richtung CF = AD.

3. Da die parallele Kraft DF = CB unverändert bleibt, so wirken auf den Körper beim Auffall die nem-

nemlichen Kräfte im nemlichen Verhältniß nach der entgegengesetzten Richtung, womit er angekommen: er muß also nach entgegengesetzter Richtung unter dem nemlichen Winkel die Diagonal CG durchlaufen, unter welchem er aufgefallen d. i. der Reflexionswinkel ist dem Auffallswinkel gleich: Die Diagonallinie CG ist auch wirklich der Diagonallinie DC gleich, und der Winkel GCB = dem Winkel DCA.

* Das nemliche wird durch die ovale Figur des Fleckens, den eine schief auffallende Elfenbeinkugel formirt, bestätiget —.

III.

Fällt endlich ein harter oder elastischer Körper auf einen weichen, so verliert der aufgefallene alle seine Geschwindigkeit ohne wieder eine zu empfangen; da muß denn der Körper im weichen endlich ruhen, und stecken bleiben.

23.

Abänderung der Richtung bewegter Körper beim Anstoß.

Vorbegriffe.

1. Wenn ein bewegter Körper seine Bewegung nicht fortsetzen kann, ohne einen andern von seiner Stelle zu vertreiben; so stößt er diesen (percutit) es erfolgt ein Anstoß (Percussio, conflictus corporum).

2.

2. Körper, die aufeinander stossen, sind entweder hart, weich, oder elastisch.

3. Wirken zwei Körper durch den Anstoß aufeinander, so ist der angestossene entweder in Ruhe, oder auch in Bewegung.

4. Sind beide vor dem Anstoß in Bewegung, so bewegen sie sich entweder nach einerlei Richtung, oder nicht nach einerlei Richtung.

5. Ist das letzte, so prällen sie entweder so ineinander, daß die Mittelpunkte in einer Linie liegen, oder nicht: d. i. der Stoß ist entweder gerade, oder schief.

6. Endlich haben 2 zusammenstossende Körper entweder einerlei Masse, oder diese sind verschieden.

* Man sieht hieraus schon, daß durch solche mannigfaltige Verbindung sehr viele Fälle zu erwägen vorkommen: wir untersuchen die fürnehmsten.

24.

Gesetze des Anstosses bei unelastischen Körper.

I. Wenn ein unelastischer Körper A (Fig. 12. Tab. I.) auf einen andern unelastischen B welcher ruhet, stößt; so verliert A eben soviel von seiner Bewegung, als er B mittheilt — denn Wirkung, und Gegenwirkung sind gleich. Mithin

II.

II. Ist die Grösse der Bewegung (Quantitas motus) nach dem Anstoß (*) allemal jener vor dem Anstoß gleich — denn nach dem Anstoß sind die 2 Körper gleichsam Theile eines einzigen Körpers, und gehen mit gemeinschaftlicher Bewegung nach ihrer Richtung des Stosses fort.

(*) Die gemeinschaftliche Bewegung, oder jene, welche beiden nach dem Stoß gleich ist.

* Beispiel: Es bewege sich eine Thonkugel A, derer Masse = 4 gegen eine andere ruhende Thonkugel B = 4 mit einer Geschwindigkeit = 6; so ist die gemeinschaftliche Bewegung, oder Geschwindigkeit nach dem Anstoß = 3. Nun ist die Bewegungsgrösse vor dem Stoß = 24 nach dem Stoß 4.3 + 4.3 = 24: mithin jener vor dem Stoß gleich.

III. Da nun die gemeinschaftliche Bewegung nach dem Anstoß, also beschaffen sein muß, daß die Quantitas motus nach dem Anstoß der Bewegungsgrösse des Körpers A vor dem Stoß gleiche; so findet man die gemeinschaftliche Geschwindigkeit, oder Bewegung C, wenn man die Quantitas motus des Körpers A vor dem Stoß = MC durch die Summe der beiden Massen dividirt: allgemein, wenn $C = \frac{MC}{M+m}$. Denn in diesem Falle ist die gemeinschaftliche Bewegung allemal jener vor dem Anstoß gleich.

* Beispiel von diesem n. II. *

** Ist der ruhende Körper von sehr grosser Masse, so ist's einleuchtend, daß gar keine merkliche Bewegung erfolge nach dem Anstoß z. B. im

im Stoß, den ein fallender Stein auf die Erdkugel, bei seinem Auffall an dieselbe machet.

25.

IV. Im Falle, daß sich beide unelastische Körper nach einerlei Gegend bewegen, A mit der grössern, B mit der kleinern Geschwindigkeit; so muß nach dem Stoß die gemeinschaftliche Bewegung der Quantitas motus vor dem Stoß abermal gleich sein: um diese zu finden, muß man also die Grösse der Bewegung vor dem Stoß, mit der Summe der Massen von A und B dividiren, d. i. $C = \frac{MC + mc}{M + m}$; in welcher Formel die grossen Buchstaben die Quantitas motus von A, die kleinern jene von B ausdrücken.

* Beispiel. Es stosse eine Thonkugel A, 4 Loth schwer, mit einer Geschwindigkeit = 6 auf eine andere 4 Loth schwere Thonkugel B, in der nemlichen Richtung mit einer Geschwindigkeit = 3; so ist

$$C = \frac{6.4 + 3.4}{4 + 4} = \frac{36}{8}\ 4\ \frac{4}{8} = 4\ \frac{1}{2}.$$

26.

V. Wenn endlich die unelastischen Körper A und B sich vor dem Anstoß gerade einander entgegengehen; so ist klar, daß durch den Stoß wenigst eine von diesen entgegengesetzten Bewegungen vernichtet werde. Weil aber die Gegenwirkung allemal der Wirkung gleich ist, so muß, während daß die eine dieser Bewegungen vernichtet wird, von der andern ein eben so grosser Theil erlöschen: mithin

1. Sind beide einander entgegengesetzten Bewegungen **gleich**, so ruhen nach dem Anstoß beide Körper.

2. Sind sie **ungleich**, so erfolgt aus dem Uebermaaß der Kräfte eine gemeinschaftliche Bewegung beider Körper in der Richtung der grössern:

Daraus ist nun klar, daß man in diesem Falle die gemeinschaftliche Geschwindigkeit, mit welcher beide Körper nach dem Stoß fortgehen, findet, wenn man die Differenz der Bewegungsgrösse vor dem Stoß, durch die Summe der Massen dividirt $C = \frac{MC - mc}{M + m}$; denn es ist gerade soviel, alswenn die Körper mit dem Ueberschuß allein bewegt würden.

* Beispiel: Es stossen 2 Thonkugeln A und B in gerader Linie zusammen; die Masse von A sei $= 6$, die Geschwindigkeit $= 3$; die Masse von B $= 3$, ihre Geschwindigkeit $= 6$; die Quantitas motus eines jeden vor dem Stoß ist $= 6.3 = 18$; nach dem Stoß $= \frac{18 - 18}{9} = 0$. — Es stossen nun andere 2 Thonkugeln zusammen in gerader Linie, bei denen $M = 4$, $C = 9$; $m = 3$, $c = 5$, so ist die gemeinschaftliche Bewegung nach dem Stoß; $= \frac{36 - 15}{4 + 3} = \frac{21}{7} = 3$.

27.

Gesetze des Anstosses bei elastischen Körpern.

Anmerkung.

Sind die Körper A und B elastisch, z. B. elfenbeinerne, gläserne Kugeln; so werden ihre Theile durch den Stoß zusammengedrückt, bis beide Körper mit einer gemeinschaftlichen Geschwindigkeit, in einerlei Richtung fortzugehen anfangen (den Fall mitbegriffen, wo sie zur Ruhe gelangen) und deßwegen wird die gemeinschaftliche Geschwindigkeit elastischer Körper nach dem Anstoß, durch die nemlichen Regeln erfunden, die wir vorher (n. 26.) angezeigt haben.

Sind die elastischen Körper durch das Zusammendrücken ihrer Theile in den gemeinschaftlichen Zustand gerathen, so höret den Augenblick das Zusammendrücken der Theile auf; und diese fangen an, sich wieder auszudehnen, wie oben n. 22. erklärt worden.

I. Beim Anstoß elastischer Körper also vereinigen sich zwei Bewegungen,

Die ursprüngliche des Anstosses,

und die zurückspringende der eingedrückten Theile:

Daher verdoppelt sich natürlich jeder Grad der Geschwindigkeit, die durch den Stoß einem elastischen Körper mitgetheilt wird.

*

* Wir wollen nun Deutlichkeit halber bei einem gestossenen elastischen Körper die Fälle unterscheiden.

1. Wenn er vor dem Anstoß ruhet,

2. Wenn er sich nach einerlei Richtung mit dem anstossenden bewegt,

3. Wenn er dem anstossenden entgegen läuft.

28.

I. Ruhet die Kugel B vor dem Anstoß, so empfängt sie durch den Anstoß während der Zusammendrückung der Theile die bestimmte gemeinschaftliche Bewegung, und durch die Wiederherstellung dieser Theile erhält sie allemal eine eben so grosse Geschwindigkeit in eben der Richtung (vorherg. n.): also nach dem Stoß bewegt sich der ruhende Körper in der Richtung des stossenden, mit einer Geschwindigkeit, welche zweimal so groß, als diejenige ist, mit welcher er sich bewegen würde, wenn beide Körper unelastisch wären.

29.

Woraus nun die besondern Fälle leicht zu bestimmen sind.

1. Wenn die Massen der Körper A und B gleich sind z. B. = 4, und die Geschwindigkeit von A vor dem Stoß = 8; so ist die gemeinschaftliche Bewegung beider am Ende der Zusammendrückung

$= \frac{C\,M}{M + m} = \frac{32}{8} = 4 \ldots$ Die Geschwindigkeit des Körpers B also $2.4 = 8$. Der Körper A aber verliert durch die Zusammendrückung die Geschwindigkeit $8 - 4 = 4$; zieht man diese von der vorher gefundenen gemeinschaftlichen ab, so erhält man $4 - 4 = 0$, d. i. im allgemeinen Ausdruck:

Wenn die Massen der vollkommen elastischen Körper A und B **gleich** sind, und B vor dem Anstoß **ruhet**, so theilt der stossende Körper A seine ganze Geschwindigkeit dem gestossenen B mit, und der stossende A ruhet.

* Wenn auch sehr viele aufgehängte elastische Kugeln mit ihren Mittelpunkten in einer Reihe aneinander rühren, und man läßt die äußerste anstossen, so ruhen alle Zwischenkugeln, und die letztere springt ab mit jener Gewalt, womit die erste angestossen hat: Die Kugel A theilt nemlich der nächsten B ihre ganze Geschwindigkeit mit, und ruhet, B ertheilt sie der nächsten C, und ruhet — u. s. f.

30.

2. Wenn die Masse A dreimal so groß ist, als die Masse B, mithin wie z. B. 12 : 4, und die Geschwindigkeit von A vor dem Stoß $= 8$, so ist die gemeinschaftliche Bewegung am Ende der Zusammendrückung $= \frac{12.\,8}{12 + 4} = \frac{96}{16} = 6$: folglich die Geschwindigkeit des Körpers B nach dem Stoß $= 2.6 = 12$, der Körper A verliert durch die Zusammendrückung seiner Theile die Geschwindigkeit $8 - 6 = 2$;

zieht

zieht man diese von der vorhergefundenen gemeinschaftlichen ab; so bleibt $6 - 2 = 4$; mit welcher Geschwindigkeit A nach dem Anstoß, in seiner vorigen Richtung fortgeht; allgemein ausgedrückt also:

Wenn der **stossende** Körper A eine **grössere** Masse hat, als der **ruhende** B, so erhält der gestossene eine grössere Geschwindigkeit durch den Stoß, als der stossende vorher hatte; der stossende aber muß nach dem Anstoß in seiner vorigen Richtung mit verminderter Geschwindigkeit nachlaufen.

31.

3. Endlich wenn die Masse des stossenden Körpers A dreimal kleiner ist als die Masse des gestossenen B z. B. wie 4 : 12 und die Geschwindigkeit von $A = 8$; so ist die gemeinschaftliche Geschwindigkeit am Ende der Zusammendrückung $= \frac{4 \cdot 8}{4 + 12} = \frac{32}{16} = \frac{16}{8} = \frac{8}{4} = 2$: Folglich die Geschwindigkeit von $B = 2.\ 2 = 4$. Der Körper A verliert durch die Zusammendrückung die Geschwindigkeit $8 - 2 = 6$. Ziehet man von dieser die vorhergefundene gemeinschaftliche ab, so bleibt $6 - 2 = 4$, mit welcher Geschwindigkeit A nach dem Stoß zurückspringt, im allgemeinen also:

Wenn der **stossende** Körper eine **kleinere** Masse hat, als der **gestossene**; so bekommt B durch den Anstoß eine kleinere Geschwindigkeit, als er vor dem Anstoß hatte; A aber springt mit ei-

ner kleinern Geschwindigkeit, als er vor dem Anstoß hatte, zurück.

* Wenn die Masse A viermal kleiner ist, als die Masse von B, so leuchtet es ein, daß die Geschwindigkeit des Körpers B nach dem Anstoß, sehr geringe, ja unmerklich sein müsse, da indeß A mit einer eben so grossen Geschwindigkeit zurückspringt, als A angelaufen.

32.

II. Bewegt sich B vor dem Anstoß in eben der Richtung, in welcher A anläuft, doch so, daß B langsamer einhergeht als A, so wird durch die Zusammendrückung der Theile die Geschwindigkeit von B vermehrt, so, daß beide am Ende der Zusammendrückung eine gemeinschaftliche Geschwindigkeit erhalten, die wir oben für die nichtelastischen Körper bestimmt haben (n. 24.). Es kommt aber durch die Wiederherstellung der Theile dem Körper B eine eben so grosse Vermehrung hinzu (n. 28.); daher findet man für diesen Fall die gemeinschaftliche Geschwindigkeit.

Wenn man die gemeinschaftliche Geschwindigkeit sucht, mit welcher die Körper fortgehen würden, wenn sie unelastisch wären;

Und dazu den Ueberschuß dieser gemeinschaftlichen Geschwindigkeit über diejenige, welche B vor dem Stoß hat, hinzusetzt. —

Daraus die Bestimmung besonderer Fälle in Beispielen.

33.

1. Wenn die Massen A und B gleich sind, und

und vor dem Anstoß die Geschwindigkeit des Körpers A = 4 und die Geschwindigkeit des Körpers B = 2; so ist die gemeinschaftliche Geschwindigkeit beider am Ende der Zusammendrückung der Theile $= \frac{4 + 2}{1 + 1} = \frac{6}{2} = 3$. Nach dem Stoß ist demnach die Geschwindigkeit des Körpers B $= 3 + 3 - 2 = 4$. Und da die Geschwindigkeit, welche A durch die Zusammendrückung verliert $= 4 - 3 = 1$, und nach dem Abzuge dieser verlorenen Geschwindigkeit von der vorhin gemeinschaftlichen, die Geschwindigkeit $3 - 1 = 2$ übrig bleibt, so bewegt sich A nach dem Stoß in seiner vorigen Richtung mit der Geschwindigkeit = 2. Allgemein: wenn die Massen der vollkommen elastischen Körper A und B gleich sind, und beide sich vor dem Stoß in einerlei Richtung bewegen, so setzen sie ihre Bewegung nach dem Stoß in derselben Richtung mit verwechselter Geschwindigkeit fort.

2. Wenn die Masse des Körpers A dreimal grösser ist, als die Masse des Körpers B, oder A = 3, B = 1; und vor dem Stoß die Geschwindigkeit von A = 10 die Geschwindigkeit von B aber = 2, so ist die gemeinschaftliche Geschwindigkeit am Ende der Zusammendrückung $= \frac{30 + 2}{4} = 8$; nach dem Stoß ist also die Geschwindigkeit von B $= 8 + 8 - 2 = 14$. Der Körper A verliert durch die Zusammendrückung eine Geschwindigkeit $= 10 - 8 = 2$. Zieht man diese von der vorhergefundenen gemeinschaftlichen ab, so bleibt $8 - 2 = 6$, mit welcher Geschwindigkeit

der Körper A nach dem Stoß in seiner vorigen Richtung fortgeht.

3. Wenn der stossende Körper $A = 1$, der gestossene $B = 3$, und vor dem Stoß die Geschwindigkeit von $A = 8$, die Geschwindigkeit von $B = 4$; so ist die gemeinschaftliche Geschwindigkeit am Ende der Zusammendrückung $= 5$. Nach dem Anstoß ist also die Geschwindigkeit des Körpers $B = 5 + 5 - 4 = 6$... der Körper A verliert durch die Zusammendrückung eine Geschwindigkeit $= 8 - 5 = 3$: folglich, da diese von der vorhingefundenen gemeinschaftlichen abgezogen, $5 - 3 = 2$ übrigläßt, so bewegt sich A nach dem Anstoß, in seiner vorigen Richtung, in der Geschwindigkeit $= 2$.

4. Wenn, wie vorher $A = 1$, $B = 3$, die Geschwindigkeit von A aber vor dem Anstoß $= 9$, die Geschwindigkeit von $B = 3$; so ist die gemeinschaftliche Geschwindigkeit am Ende der Zusammendrückung $= \frac{18}{4} = 4\frac{1}{2}$: die Geschwindigkeit des Körpers B nach dem Anstoß, ist also $= 4\frac{1}{2} + 4\frac{1}{2} - 3 = 6$... Der Körper A verliert durch die Zusammendrückung eine Geschwindigkeit $= 9 - 4\frac{1}{2} = 4\frac{1}{2}$. Zieht man diese von der vorhingefundenen gemeinschaftlichen ab, so bleibt $4\frac{1}{2} - 4\frac{1}{2} = 0$: der Körper A ruhet also nach dem Anstoß.

5. Wenn abermal $A = 1$, $B = 3$. die Geschwindigkeit von $B = 2$; so ist die gemeinschaftliche Ge-

Geschwindigkeit am Ende der Zusammendrückung $= 4\frac{1}{2}$. Nach dem Anstoß ist demnach die Geschwindigkeit des Körpers B $= 4\frac{1}{2} + 4\frac{1}{2} - 2 = 7$...

Der Körper A verliert durch die Zusammendrückung die Geschwindigkeit $12 - 4\frac{1}{2} = 7\frac{1}{2}$. Zieht man hievon die vorhin gefundene gemeinschaftliche Geschwindigkeit ab; so erhält man $7\frac{1}{2} - 4\frac{1}{2} = 3$ mit welcher A nach dem Anstoß zurückspringt.

34.

Bewegen sich endlich die elastischen Körper A und B vor dem Anstoß gegeneinander, so findet man die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Anstoß: wenn man die nach n. 24. gefundene gemeinschaftliche Geschwindigkeit 2mal nimmt, und dazu die Geschwindigkeit hinzusetzt, welche B vor dem Anstoß hatte.

Sobald nemlich B zur Berührung mit A kommt; so wird ihm seine vorige Geschwindigkeit, die er in der Richtung D B hatte, entzogen, und dafür die Hälfte vom Uebermaaß der Bewegung von A mitgetheilt: (oben.)

Da aber die Kraft, welche dem bewegten Körper die Geschwindigkeit entzieht, ihm eine eben so grosse Geschwindigkeit nach entgegengesetzter Richtung beibringen würde, wenn er ruhete; so empfängt B beim Stoß eine Zusammendrückung, und durch diese einen solchen Druck nach der Richtung D B, welcher der

gemeinschaftlichen Bewegung nach dem Stoß elastischer Körper (n. 28. 29. rc.) und der vorher gehabten Geschwindigkeit gleich ist: also rc.

* Die besondern Fälle lassen sich auch hieraus leicht bestimmen.

35.

1. Wenn die Massen von A und B gleich sind, und vor dem Anstoß die Geschwindigkeit von A = 10; die Geschwindigkeit von B = 6, so ist die gemeinschaftliche Geschwindigkeit am Ende der Zusammendrückung $= \frac{10 - 6}{1 + 1} = \frac{4}{2} = 2$, folglich bewegt sich B nach dem Stoß, in der Richtung B D; d. i. zurück, mit der Geschwindigkeit $2 + 2 + 6 = 10$. . . Der Körper A verliert durch die Zusammendrückung die Geschwindigkeit $10 - 2$; zieht man von der restirenden Geschwindigkeit 8, die vorhin gemeinschaftliche 2 ab, so bleibt $8 - 2 = 6$: mit welcher Geschwindigkeit, A nach dem Stoß zurückspringt.

* Nimmt man statt der Zahlen einen allgemeinen Ausdruck, so gilt: wenn 2 vollkommen elastische Körper von gleichen Massen einander entgegen gehen; so springen sie nach dem Stoß mit verwechselten Geschwindigkeiten von einander zurück.

36.

2. Wenn die Masse A dreimal grösser ist, als die Masse B, und beider Körper Geschwindigkeit vor dem Anstoß = 8, so ist die gemeinschaftliche Geschwindigkeit am Ende der Zusammendrückung = 4: folglich bewegt sich B nach dem Stoß, in der Richtung B D mit

der

der Geschwindigkeit 4 + 4 + 8 = 16. Der Körper A verliert durch den Zusammendruck die Geschwindigkeit 8 — 4; zieht man die noch bleibende Geschwindigkeit von jener gemeinschaftlichen 4 ab; so bleibt 4 — 4 = 0; d. i. A ruhet nach dem Anstoß.

37.

3. Wenn, wie vorher, sich die Masse A zu B verhält wie 3 : 1; die Geschwindigkeit aber vor dem Anstoß von A = 10, von B = 6, so ist die gemeinschaftliche Geschwindigkeit am Ende der Zusammendrückung = 6. Nach dem Anstoß bewegt sich also B in der Richtung B D mit der Geschwindigkeit = 6 + 6 + 6 = 18... Der Körper A verliert durch die Zusammendrückung die Geschwindigkeit = 10 — 6 = 4. Zieht man diese von der gemeinschaftlichen ab, so bleibt 6 — 4 = 2, mit welcher Geschwindigkeit A nach dem Anstoß, in seiner vorigen Richtung A B D fortgeht.

38.

4. Wenn abermal A = 3, B = 1; die Geschwindigkeit von A aber vor dem Anstoß = 6, die Geschwindigkeit von B = 10 ist, so ist die gemeinschaftliche Geschwindigkeit am Ende der Zusammendrückung = 2. Nach dem Stoß bewegt sich also B in der Richtung B D, mit der Geschwindigkeit 2 + 2 + 10 = 14... Der Körper A verliert durch die Zusammendrückung die Geschwindigkeit = 6 — 2; zieht man hievon die vorhingefundene gemeinschaftliche ab; so bleibt 4 — 2 = 2

mit welcher Geschwindigkeit A nach dem Anstoß zurückspringt.

39.

5. Wenn endlich die Masse A dreimal kleiner ist, als die Masse B = 1 : 3; und vor dem Anstoß, die Geschwindigkeit von A = 12, jene von B = 4; so ist die gemeinschaftliche Geschwindigkeit = 0. Nach dem Stoß bewegt sich also B in der Richtung BD mit der Geschwindigkeit 0 + 0 + 4 = 4. . . Der Körper A verliert durch die Zusammendrückung die Geschwindigkeit = 12, und folglich, da der Ueberschuß dieser Geschwindigkeit, über jene gemeinschaftliche = 12; so springt A nach dem Anstoß, mit der Geschwindigkeit = 12 zurück.

* Allgemein also: wenn die Geschwindigkeiten zweier vollkommen elastischer Körper sich verhalten, wie verkehrt ihre Massen, so springt nach dem Anstoß ein jeder mit der Geschwindigkeit zurück, die er vor dem Stoß hatte.

40.

Abweichung bewegter Körper von der vorigen Richtung, verursacht durch einen Zug, oder durch die Schwere gegen ein Centrum.

Es finden hier drei Fälle statt,

I. Wenn ein Körper von der Erde weggeworfen wird.

II.

II. Wenn ein Körper durch Hilfe eines Fadens, Drates u. d. gl. an einem Punkt angemacht, in Bewegung kommt.

III. Wenn ein Körper von einer Schwerkraft und Wurfskraft, die in verschiedenen Richtungen wirken, getrieben wird.

Nun die Gesetze.

41.

Gesetze der Bewegung geworfener Körper.

Ein geworfener Körper ist jener, welchen man durch einen Stoß in Bewegung setzet entweder gerade in die Höhe, nach einer schiefen, oder mit einer dem Horizon gleichlaufenden Richtung. — Dergleichen ist die Bewegung eines Steins, der mit der Hand fortgeschleudert wird, oder eines Pfeils, den man mit dem Bogen forttreibt, oder einer Kanonenkugel, Bombe, u. d. gl. wenn sie durch die Gewalt des Pulvers fortgeschossen wird.

42.

Diejenige Gewalt, womit ein Körper fortgeworfen wird, heißen wir den Stoß — Wurf — und den Raum, durch den er geworfen wird, die Weite des Stosses, Wurfes — den Schuß, die horizontale Weite.

43.

Es wirken auf einen geworfenen Körper immer zwei Kräfte, der Stoß, und die Schwere.

Vermöge der ersten bewegt sich der Körper in gleichen Zeiten beständig durch einen gleich grossen Raum AB, BC, CD, u. s. w. (Fig. 13. T. I.) vermöge der andern aber sinkt er so, daß sich die Räume AG, AH, AI, u. s. w. wie die Quadrate eben dieser gleichen Zeiten verhalten. Mithin rc.

I. Beschreibt der Körper, welcher geworfen wird, wegen den beiden auf ihn wirkenden Kräften keine gerade, sondern eine krumme Linie AQ, die wir Parabel (*) nennen.

(*) Die Geometrie beweiset von der Parabel, daß sich die Abscissen AG, AH, AI, u. s. f. wie die Quadrate der ihnen zugehörigen Ordinaten GM, HN, IO, u. s. f. verhalten. Da nun dieses eben die Eigenschaft ist, welche die Linie an sich hat, die ein geworfener Körper beschreibt, so erhellet, daß sich derselbe in einer Parabel bewege.

* Aus dem angeführten haben ihre Erklärung die parabolische Bewegung der Bomben — die Bögen des schiefspringenden Wassers u. d. gl. —

44.

Gesetze der Schwungbewegung.

Vorbegriffe.

1. Hängt man an einen festen Punkt durch Hilfe eines Ståugchens, Drates, Fadens, u. d. gl. einen Körper auf, der sich frei um einen festen Punkt, als um sein Centrum bewegen läßt; so heißt man das Ståugelchen, den Faden, u. d. gl. samt dem Gewicht, **Pendul.**

2. Der Punkt, in welchem wir uns das Gewicht versammelt vorstellen, nennen wir den Schwingungspunkt (Centrum Oscillationis).

3. Wird ein Pendul aus seiner senkrechten Lage gebracht, und sich überlassen, so beschreibt es eine krumme (*) Cirkulförmige (**) Linie, bis zu seiner senkrechten Lage (Fig. 14. T. I.).

(*) Krumm ist die Linie, weil das Pendul von zwei Kräften getrieben wird, die einen Winkel einschließen, und ihr Verhåltniß ståtig åndern.

(**) Cirkulförmig, weil der angehängte Körper sich dem Mittelpunkt A weder nähern, noch sich von ihm entfernen kann.

4. Von der senkrechten Lage steigt es mit seiner erworbenen Geschwindigkeit wieder auf der entgegengesetzten Seite zur nemlichen Höhe, von der es herabgefallen (die Hindernisse der Bewegung abgerechnet) und diese Bewegung heißt man die Schwingung (Vibratio, Oscillatio).

5.

5. Von dieser Höhe fällt das Pendul wieder, kommt in eine senkrechte Lage, und steigt auf der vorigen Seite wieder auf die vorige Höhe; und dieses Hin- und Herschwanken heißt: Schwungbewegung (Motus oscillationis, motus pendulorum) und dauert immer fort (an und für sich, Reibung, Widerstand der Luft u. a. m. abgezogen).

45.

Gesetze.

I. Die Schwingungen eines Penduls sind in sehr kleinen Bögen (von 2 — 3 Graden) einander gleich (Oscillationes isochronae). — Erfahrung des de Chales.

II. Wenn verschiedene Penduln ähnliche Bögen durchlaufen, so verhalten sich die Schwingungszeiten wie die Produkte aus der Wurzel der Länge, und verkehrt aus der Wurzel der Schwere: algebraisch $T : t = \sqrt{\frac{L}{G}} : \sqrt{\frac{l}{g}}$; mithin

III. Schwingen Penduln von gleicher Länge und Schwere in gleichen Zeiten.

IV. Bei Penduln von ungleicher Länge, aber gleicher Schwere verhalten sich die Zei-

ten

ten wie die Quadratwurzeln ihrer Längen; also

V. Die **Längen** der Penduln wie die Quadrate der Zeiten, in denen sie schwingen —

46.

Der Nutzen

der Penduln ist vielfach;

1. Taugen sie, die Zeiten zu messen, denn da kleine Schwingungen gleichzeitig sind, so gilt eine bestimmte Anzahl solcher Schwingungen für ein bestimmtes Zeitmaaß. z. B. Wenn eine Schwingung innerhalb einer Sekunde vollendet wird, so machen 3600 Schwingungen eine Stunde. — Die Länge eines Penduls, das bei uns Sekunden schwingen soll, ist 3 Pariserschuhe, 0 Zoll, 8 ,5 Linien; und heißt Pes horarius, Stundenmaaß.

2. Durch Hilfe der Penduln hat Condamine erfahren, daß auf dem Berg Bichinca, der 750 Ruthen über die Ebene erhaben ist, das nemliche Pendul weniger Schwingungen mache, als auf der Ebene, mithin die Schwere auf dem sehr hohen Berge kleiner als an dessen Fuße sei. Eben so erhellet aus den Beobachtungen Condamin's und Bouguers, daß das nemliche Pendul immer schneller schwinge näher dem Pole als dem Aequator zu; da nun in der Länge des Penduls gar keine Veränderung vorgegangen ist, so muß sich die Schwere geändert haben: es muß die

Schwere

Schwere gegen die Pole grösser sein als gegen den Aequator.

3. Durch Hilfe der Penduln lassen sich die Höhen der Gebäude u. d. gl. messen. — Die Entfernung eines Schiffes, woraus eine Kanone abgefeuert worden, oder einer Gewitterwolke, die unter Blitzen donnert, bestimmen — u. s. w.

* Beim Gebrauch des Penduls als eines Zeitmaaßes thun sich viele Hindernisse hervor. Anfangs bediente man sich eines freien Penduls; da aber die Luft, und die Reibung am Aufhängspunkt die Bewegung bald hemmet, so hat Huigenius die Penduln an einem Uhrwerke angebracht, so, daß durch eine Feder, oder durch das Gewicht sollte ersetzet werden, was an der Bewegung durch den Widerstand der Luft, und durch den Affrikt verloren gegangen. — Allein man merkte bald, daß sich bei den gewöhnlichen Uhren, woran die Penduln kurz, die Schwingungen aber groß, und mithin ungleich sind, merkliche Ungleichheiten in das Zeitmaaß einschleichen. — Man suchte diesem Fehler dadurch abzuhelfen, daß man das Pendul in einem Bogen einer Cicloide (Ciclois) schwingen ließe, weil diese krumme Linie die Eigenschaft hat, daß ein Körper, der sich darinn bewegt, von jedem Punkte in eben derselben Zeit herabfalle, und so durch Hin- und Herbewegen gleichzeitige Schwingungen mache (Curua tautochrona). Da aber diese Anrichtung äußerst mühesam ist, so wählte man lange Penduln, die kleine Schwingungen machen, mit einem möglichst geringen Gewichte, um bloß dadurch die Bewegung zu ersetzen, welche der Affrikt, und die widerstehende Luft weggenommen. Allein es äußerten sich dennoch immer Unrichtigkeiten in den Schwingungen;

denn

denn die Abwechslungen der Wärme und Kälte verändern die Längen der Penduln — jene dehnet die Körper aus, und verlängert dadurch das Pendul; diese ziehet die Körper zusammen, und kürzet dadurch das Pendul ab. Man versuchte dieser Unbequemlichkeit durch Schrauben abzuhelfen, oder durch bewegliche Scheibchen, die wir noch an den gewöhnlichen Uhren sehen, und wodurch man das durch Wärme verlängerte Pendul mit Hinaufschrauben oder Schieben kürzer, durch Herabschrauben oder Schieben das durch Kälte verkürzte länger machen, und so einigermassen den Unrichtigkeiten abhelfen kann; aber dieses Mittel hat auch viele Schwierigkeit in seiner Ausübung. Grahams Entdeckung eines durch Wärme und Kälte unveränderlichen Penduls ist sehr sinnreich; kam aber dennoch nicht zu einer solchen Vollkommenheit, daß der Gebrauch davon allgemein geworden. Die Anrichtung von Harrison und Cassini thut bei astronomischen Uhren gute Dienste. Vielleicht findet der Sekundenperpendikul des Prof. Pickels (Erfurt. 1787.) noch den größten Beifall? — u. s. w.

47.

Gesetze der freien Bewegung um einen Schwerpunkt.

Vorbegriffe.

1. Wenn sich ein Körper z. B. der Mond B (Fig. 15. Tab. I.) um einen Mittelpunkt z. B. um

die Erde A drehet, so wirken zwei Kräfte von verschiedenen Richtungen = c g + c d auf ihn.

2. C G wodurch er gegen den Mittelpunkt getrieben wird, heißt Kraft nach dem Schwerpunkt (Centripet●) Centripetalkraft; c d aber, welche dem Körper nach den Tangenten der krummen Linie fortbewegen müßte, wenn die erste unthätig würde, nennt man Tangentialkraft, Wurfkraft (Vis projectilis, tangentialis).

3. Beide zusammengenommen kommen unter dem Namen der Centralkräfte (Erste Abhandl. n. 77.).

4. Die Bewegungslinie (Radius vector) ist eine vom Mittelpunkt aus bis zum Körper gezogene gerade Linie A c.

5. Die Räume, die von der Bewegungslinie beschrieben werden, nennt man Sektoren: in der angezeigten Figur ist c A F ein Sektor.

48.

Gesetze.

1. Wirken die Schwer= und Wurfkraft auf einen Körper, so wird er in einer gegen den Mittelpunkt konkaven, stätig krummen Linie bewegt also, daß die Sektoren den Zeiten proportional sind (Astronomie).

* Nach Verschiedenheit der Grösse dieser Kräfte, und ihrer Richtungen muß auch die krumme

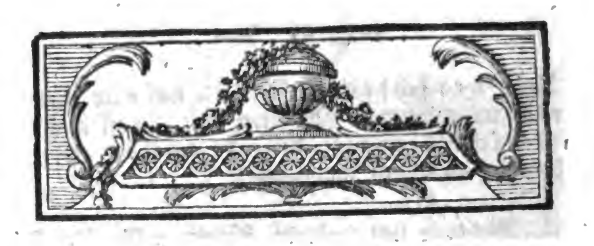
Linie

Linie verschieden sein; da sich aber jene beinahe unendlichmale abändern läßt; so ist auch die Verschiedenheit der krummen Linien beinahe unendlich modifikabel.

II. Bewegen sich mehrere Körper z. B. die Planeten um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt, um die Sonne, in einer Elipse, so sind die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Cubi ihrer Entfernungen vom Mittelpunkt (Astronomie) Erste Abhandl. n. 63.

* Diese Bewegungsart entdecken wir in der Schleuder, in allerlei Maschinen... Die ganze Planetenwelt bewegt sich durch die Centralkräfte, u. s. w.





II.

Anwendung
der
Bewegungsgesetze
auf
Statik und Hidrostatik.

Statik.

49.

Die Lehre vom Gleichgewichte fester Körper heißt **Statik.**

Gleichgewicht ist die Ruhe, welche aus gleichem Bestreben nach gerade entgegengesetzten Richtungen entsteht.

Wir wissen aus Erfahrung, daß z. B. in einem Teller ein Punkt zu finden sei, mit welchem er

er auf einer Messerspitze **ruhet**, und von welchem weg seine Theile nach allen Richtungen im **Gleichgewichte sind**, — Eben so findet sich in allen Körpern ein solcher Punkt, um welchen sich alle Theile nach jeder geraden Linie im Gleichgewichte befinden; denn er ist in allen auffindbar. Und dieser Punkt heißt **Schwerpunkt**. Jener Punkt, auf den der Schwerpunkt anfliegt, heißt der **Ruhepunkt**, **Untersatz**, **Stütze**, (Hypomochlion).

50.

Folgesätze aus dem Vorhergehenden.

I. In allen Körpern giebt es einen Schwerpunkt.

II. Der Schwerpunkt vereinigt die gesammte Schwere aller Theile —; denn in diesem drückt jedes Theilchen niederwärts, daß man also, wegen dem Zusammenhang, **die Schwere aller Theile** im **Schwerpunkte koncentrirt** denken kann.

III. Ist der Schwerpunkt **unterstützt**, oder wird der Körper am Schwerpunkte **aufgehängt**; so bleibt der Körper in jeder Lage in Ruhe: wie im Gegentheile der **ganze Körper bewegt wird**, wenn jener in Bewegung kommt.

IV. Wird ein Körper an einem andern Punkte, als an jenem der Schwere, aufgehängt, so kann er nur in zweien Lagen ruhen:

1. Wenn der Schwerpunkt **genau über**, oder

2. unter dem Aufhängspunkt in senkrechter Linie aufgehängt wird.

V. Was den Schwerpunkt hält, muß den ganzen Körper tragen.

VI. Die Richtungslinie des Schwerpunktes ist senkrecht auf den Horizon.

VII. Zieht sich die Richtungslinie noch durch den Untersatz des Körpers, so ist das Umstürzen des Körpers unmöglich — Der Körper steht desto fester, je näher die Richtungslinie gegen die Mitte der Grundfläche des Körpers fällt.

VIII. Fällt die Richtungslinie über die Grundfläche hinaus, so ist das Umstürzen nothwendig (Fig. 16. T. I.).

51.

Hieraus die Erklärung

vieler auffallender Naturbegebenheiten —

1. Warum einige Körper auf geraden Grundflächen, andere in einer schiefen Lage fester stehen.

2. Warum ein umgefallener Kegel sich selbst aufrichte.

3. Warum der Chinesische Purzelmann rücklings über den Kopf eine Treppe heruntergehe.

4. Warum ein Wagen mit Stein, oder Eisen, oder andern schweren Materialien beladen an einem abhängigen Platz sicher fahre, eine La-

dung

dung Heu oder Getreidgarben u. d. gl. umstürze.

5. Warum die Thiere bei Aufhebung eines oder zweier Füsse nicht umfallen.

6. Warum sich unser Körper vorwärts neige, wenn wir eine Last* rückwärts tragen.

* Vorausgesetzt, daß der Schwerpunkt im menschlichen Körper sich im Becken — in der Mitte zwischen den Hüften befinde.

7. Warum wir ohne den Fuß zurück zu ziehen, oder den obern Theil des Leibes vorwärts zu neigen, nicht vom Sitze aufstehen können.

8. Wie die Sailtänzer sich vor dem Falle bewahren — was ihnen die lange Stange in der Hand tauge u. d. gl.

9. Warum ein grosses Gewicht an einem gebogenen Drat unter dem Tische hangen bleibe — das Sägemännchen arbeite, obschon nur der äußerste Theil vom Drat, oder von der Sägemaschine auf dem Tisch aufliegt.

10. Warum ein doppelter Kegel, in dem obenzu ein Stück Blei eingegossen ist, die geneigte Ebene hinaufsteige.

52.

Weise den Schwerpunkt zu finden

1. Einer Linie:

Dort ist der Schwerpunkt einer Linie, wo sie

über eine Schneide gelegt; oder auf eine Spitze gesetzt ruhet — (Fig. 17. T. I.).

* Sie ruhet, wenn die Wirkung auf beiden Seiten gleich — diese aber ist gleich, wenn die Massen beider über den Untersatz hingehender Theile, P, p mit den Entfernungen ihres Schwerpunktes D, d, gleiche Produkte geben: wenn P D = p d. —

Um diesen Hauptsatz mehr darstellig zu machen, so füge ich folgendes bei.

A. Wird an einem mit dem Horizon parallelen Stäbchen ein Gewicht senkrecht angebracht, so entsteht eine dreifache Wirkung: Die obern Theile werden horizontal gedehnt, die untern horizontal zusammengedrückt. (Vorausgesetzt, das Stäbchen sei vollkommen hart — steif) und alle zugleich nach der Richtung der Schwerkraft getrieben.

B. Die ersten beide Kräfte, welche horizontal wirken, wachsen vom Punkt des angebrachten Gewichtes bis zum Untersatze in arithmetischer Progression 1, 2, 3, 4, ꝛc. — Nemlich das erste Theilchen, woran das Gewicht hängt, wird von dem Gewicht gezogen = 1; da es aber mit dem zweiten im Zusammenhange steht, und sich von ihm wegen dem Zug des Gewichtes abwärts zu bewegen strebt, so wird das zweite nicht nur vom Gewichte, sondern auch, des Zusammenhanges wegen, vom ersten gezogen: Die Wirkung ist also = 2; das dritte wird vom Gewichte und wegen dem Zusammenhange vom zweiten und ersten Theilchen gezogen; Die Wirkung ist daher = 3, u. s. w.

I.

I. Liegt also ein Stäbchen, an welchem Gewichte hangen, auf einem Untersatz, so steht die Wirkung der parallelen Kräfte beim Untersatze im Verhältniß mit dem am Stäbchen angehängten Gewichte, und der Entfernung desselben vom Untersatze = M D.

II. Folglich erhält man das Gleichgewicht so eines Stäbchens, wenn das Produkt aus dem Gewichte (Masse) in die Entfernung vom Ruhepunkt auf einer, dem Produkte aus dem Gewichte und der Entfernung vom nemlichen Ruhepunkte auf der andern Seite, gleich ist.

III. Werden demnach an einem Stäbchen verschiedene Gewichte angehängt, so entsteht ein Gleichgewicht, wenn diese mit ihren Abständen von der Unterlage ein verkehrtes Verhältniß haben. Algebr. Wenn $P : p = d : D$; denn in diesem Falle ist $P D = p d$.

IV. Die wahre Ursache des Gleichgewichtes eines Stäbchens also, wenn Gewichte und Abstände von ihrem Ruhepunkte im verkehrten Verhältniß stehen, liegt in den horizontalwirkenden Kräften.

* Da alle Körper schwer sind, so kann man alle Theile eines Stäbchens als so viele Gewichte ansehen, und da gilt denn auch von diesen, was wir vom angehängten Gewichte überhaupt gesagt haben.

** Die Kräfte der Gewichte verhalten sich, alswie die Produkte aus den Massen und ihren Geschwindigkeiten (n. 55. erste Abhandl.); die Geschwindigkeiten aber, alswie die Entfernungen vom Mittel-

tel-

telpunkt der Bewegung: da nun die Geschwindigkeiten wachsen wie die Entfernungen, so müssen die Kräfte der Gewichte durchgehens um so viel grösser sein als grösser die Entfernungen sind... Von diesem Beweis mündlich — Fig. 17. T. I, zur Erläuterung.

53.

2. Der Schwerpunkt in regulären, einförmigen, und durchgehends aus einerlei Materie bestehenden Körpern z. B. Parallelogramen, Zirkeln, Kugeln, u. d. gl. ist der Mittelpunkt jener Linie, welche zwei gegenüberstehende Punkte oder Winkel E, B miteinander verbindet — (Fig. 16. und 18. T. I.).

3. Wird in einem Dreiecke von der Spitze desselben zu der Mitte der gegenüberstehenden Seite eine Linie gezogen, und diese in 3 Theile getheilt, so giebt $\frac{2}{3}$ dieser Linie von der Spitze herab abgeschnitten den Schwerpunkt (Fig. 19.).

4. Der Schwerpunkt eines hohlen Kegels ist in der Weite des dritten Theils der Seite desselben, gegen die Grundfläche (Fig. 20.).

5. In einem dichten Kegel aber ist dieser Punkt in der Weite des vierten Theils der Seite gegen die Grundfläche (Fig. 20.).

6. Wenn 2 Körper miteinander verbunden, und in Bewegung sind z. B. ein paar Kettenkugeln, so haben sie einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt, der in eben der geraden Linie, welche die Mittelpunkte der

Körper

Körper miteinander verbindet, also liegt, und sie also theilt, daß die beiden Theile sich umgekehrt wie die Menge der Materie (wie die Masse) in den Körpern verhalten.

7. Der Schwerpunkt der Erde und des Mondes läßt sich auf die nemliche Weise also finden. Die Masse der Erde verhält sich zur Masse des Mondes ungefähr wie 50 : 1; die Entfernung beider ist 60 Halbmesser der Erde, deren jeder beinahe 860 deutsche Meilen beträgt. Es sei nun die Masse der Erde $= M = 50$. Die Masse des Mondes $= m = 1$. Der ganze Abstand beider $= D = 60$ Halbdurchmesser der Erde, deren jeder beiläufig 860 deutsche Meilen beträgt: mithin $= 60 . 860 = 51600$.

Der Abstand der Erde vom Mittelpunkt der Schwere $= x$. der Abstand des Mondes von diesem Mittelpunkt $= D - x$.

Nach dem, was vorhergegangen, ist $M : m = D - x : x$; folglich $Mx = Dm - mx$: mithin $Mx + mx = Dm$: also $x = \frac{Dm}{M + m} = \frac{51600 . 1}{50 + 1} = \frac{51600}{51} = 1011 \frac{39}{51}$ deutsche Meilen.

Der gesuchte Schwerpunkt ist daher von der Oberfläche der Erde entfernt beinahe 1011 deutsche Meilen — von dem Monde aber? — Antwort: $50 : 1 = x : 1011$: woraus $x = 1011 . 50 = 50550$ deutsche Meilen. . . diese Summe giebt auch wirklich mit $1011 \frac{39}{51}$ die ganze Entfernung $= 51600$.

8. Auf gleiche Weise findet man einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt für die Sonne, und alle Planeten, welche sich um sie herumbewegen. — Befänden sie sich alle in einer geraden Linie an der einen Seite der Sonne, so würde der gemeinschaftliche Schwerpunkt für diese und jene, von der Sonnenoberfläche Achtzehntheile ihres Halbmessers entfernet sein. Um diesen Punkt bewegen sich nicht nur alle Planeten, sondern auch die Sonne selbst.

* Nun haben wir alles vorausgeschickt, was erfodert wird, die Natur derjenigen Werkzeuge zu erklären, welche Maschinen, oder mechanische Kräfte genennet werden.

54.

Maschine (Machina, Potentia mechanica) heißt jedes Werkzeug, wodurch eine vortheilhafte Bewegung erhalten — d. i. wodurch ein Körper entweder in kürzerer Zeit, oder mit geringerer Kraft, als ohne dasselbe bewegt werden kann.

Die Wissenschaft von der Bewegung des Körpers durch Maschinen, heißt

Mechanik.

55.

Unter den Maschinen unterscheidet man ganz einfache und zusammengesetzte; jene heissen wir Grundmaschinen: worunter wir zählen

1. den Hebel, und
2. die schiefe Ebene.

56.

56.

Zusammengesetzte aus den Grundmaschinen sind

1. Das Rad an der Welle (Achse,)
2. Die Rolle, der Kloben, Flaschenzug,
3. Der Keil, und
4. Die Schraube.

* Wir untersuchen die Kräfte dieser Werkzeuge, indem wir fragen, unter welchen Umständen die Kraft (Potentia) welche bewegt, mit der Last (Widerstand Pondus) die bewegt wird, im Gleichgewichte stehen? denn weißt man, wie viel Kraft an einer Maschine zum Gleichgewichte erfoderlich ist, so leuchtet es ein, daß etwas mehr eine **Bewegung** bewirke.

57.

Der Hebel. (Vectis)

Ein langer, gerader, unbiegsamer zur Lastenhebung (Lastenbewegung) bestimmter, um den Punkt, worauf er liegt, beweglicher Körper, ist ein **Hebel.**

* Hieher gehören die Hebbäume, der Geißfuß der Maurer, die Brechstange u. d. gl.

58.

An einem jeden Hebel unterscheidet man drei Dinge:

die Kraft $= P$
die Last $= p$
und den Punkt, um welchen sich der Hebel bewegen kann,

kann, den Bewegungspunkt (Centrum motus) welcher auf dem Ruhepunkt (Unterlage — Stütze) aufliegt.

59.

Aus der möglichen Verwechslung der Stellung dieser drei Stücke gegeneinander, entstehen drei Hebelarten:

1. Ist der Ruhepunkt (die Stütze) in der Mitte, so heißt der Hebel ein Hebel erster Art (Primi generis) doppelarmichter, zweiseitiger (Vectis heterodromus). (Fig. 17.)

2. Ist das Mittlere die Last, so heißt er ein Hebel zweiter Art (Secundi generis). Fig. 21.).

3. Endlich dritter Art (Tertii generis) ist der Hebel, wenn die Kraft sich in der Mitte befindet. (Fig. 22.)

* In beiden leztern Fällen heißt der Hebel einarmichter, oder einseitiger Hebel (Vectis homodromus).

** Bei mechanischen Untersuchungen nimmt man Hebel an, ohne Schwere, die vollkommen steif, und geradlinigt sind (mathematische Hebel) bei Anwendung der gefundenen Geseze muß deßhalb die Schwere des Hebels, unvollkommene Steife ꝛc. - (der phisikalische Hebel) in Rechnung kommen.

60.

Theorem. An jedem Hebel ist alsdenn das Gleichgewicht, wenn das Produkt aus der Kraft in ihre

Ent-

Entfernung vom Ruhepunkt, dem Produkte aus der Last in ihre Entfernung vom Ruhepunkt gleich ist. — Wenn $PD = pd$.

I. Sind die Kräfte (die Potenz und der Widerstand) gleich, so müssen im Gleichgewichte ihre Distanzen vom Ruhepunkt auch gleich sein, sonst ist PD nicht $= pd$.

II. Sind die Kräfte ungleich, so müssen im Gleichgewichte sich die Entfernungen verkehrt wie die Kräfte verhalten, d. i. die geringere muß gerade um so viel weiter vom Ruhepunkt entfernet sein, als die entgegensetzte grösser ist. $P : p = d : D$; denn in diesem Falle ist wieder $PD = pd$.

III. Es ist daher die Gewalt jeder Kraft, und jedes Widerstandes auf den Hebel desto grösser, je grösser ihre Entfernungen von dem Ruhepunkte sind.

* Diese Sätze werden auch durch Versuche bestätiget, und anschaulich gemacht.

** das Gewicht oder die Kraft multiplizirt mit ihrer Entfernung vom Ruhepunkt nennt man Moment, im Gleichgewichte sind daher die Momente gleich.

IV. Im Gleichgewichte ist $P = \frac{pd}{D}$.

V. Ist PD grösser als pd, so folgt die Bewegung — mit dem Uebermaaß der Potenz $= PD - pd$.

VI. Da die Potenz vom Ruhepunkt immer mehr mag entfernet werden, so kann auch die Gewalt der Potenz fast ins Unendliche vergrössert werden.

61.

Daraus die Erklärung

1. Des Ausspruches eines alten Philosophen: „gebt mir einen Punkt außer der Erde, und ich will die Erde bewegen".

2. Wie ein Kind mit einem Mann eine grosse Last tragen könne.

3. Warum die Scheere einen Körper leichter theile, wenn er näher an der Achse liegt, oder wenn die Handhebe grösser ist.

4. Wie es auf die Handgriffe ankomme beim Theilen der Körper durch ein Messer — beim Herausziehen eines Nagels durch Hilfe eines Hammers u. s. w.

62.

Zusammengesetzter Hebel

Ist jener, in dem allemal die Potenz mittels des vorhergehenden Hebels auf den nachstehenden also wirket, wie das Gewicht ist, mit dem die Potenz im vorhergehenden Hebel das Gleichgewicht hält (Fig. 23.).

I. In dem zusammengesetzten Hebel gelten alle Gesetze des einfachen; denn die Summe der einfachen macht in der Verbindung einen zusammengesetzten. — Mithin ist

II. P = dem Produkt aus dem Gewichte, und seiner Entfernungen auf einer Seite, getheilt durch das Produkt aller Entfernungen der Potenz auf der andern Seite (IV. vorherg. n.).

* Man mag auch die Kraft jedes Hebels insbesondere berechnen z. B. es sei die Last $= 1$; in der doppelten Entfernung bei a hält ihr die Potenz $= \frac{1}{2}$ das Gleichgewicht. Im zweiten Hebel ist, dieses $\frac{1}{2}$ die Last: diese Last wird bei b im doppelten Abstande wieder von einer halb so grossen Kraft $= \frac{1}{4}$ im Gleichgewicht erhalten. Im dritten Hebel ist daher die Last nur mehr dieses $\frac{1}{4}$ und wird bei c im doppelten Abstand von einer halb so grossen Kraft $= \frac{1}{8}$ getragen. Im vierten Hebel ist dieses $\frac{1}{8}$ die Last: wird daher im doppelten Abstande bei d von der halb so grossen Kraft $= \frac{1}{16}$ im Gleichgewichte erhalten. . . In einem zusammengesetzten Hebel also, an welchem die Potenz in doppelter Entfernung vom Ruhepunkt C wirket, hält die Kraft $= 1$ eine Last $= 16$.

** Beim gebrochenen Hebel sind die Perpendikularabstände als die eigentlichen Abstände zu betrachten, und da haben denn die obigen Gesetze statt (Fig. 24. T. I.).

*** Der Hebel ersterer Art ist eigentlich unsere gemeine Wage, da nun diese ein sehr brauchbar Werkzeug ist, so folgt hier noch ein Anhang

63.

Von der Wage.

Die Wage ist eine Maschine, welche dient, das unbekannte Gewicht eines Körpers durch ein bekanntes zu bestimmen.

Eine gemeine Wage hat 2 gleiche Arme;

da muß denn bei einer gemeinen Wage das Gewicht eines Körpers allemal dem Gegengewicht gleich sein, wenn sie zum Gleichgewichte kommen sollen: in diesem Falle bleibt der Wagbalken horizontal; im Gegentheil aber zeigt die Zunge (*) die Neigung der schwerern Seite.

(*) Das Stängchen, welches auf den beweglichen Balken vertikal steht.

64.

Es giebt aber Wagen, woran entweder das Gegengewicht, oder die Unterlage verschoben werden kann: diese heißen wir römische Wagen, Schnellwagen (Statera romana). Mit einer Wage dieser Art kann man, wie es einleuchtet, mit einerlei Gegengewicht verschiedene Gewichte abwägen — diese geben grossen Nutzen bei Abwägung grosser Lasten.

* Bei der gewöhnlichen Wage (Kramerwage) ist zu verhüten, daß sie nicht bei der Gleichheit der Gewichte, auch außer der horizontalen Lage ruhen — und daß sie nicht bei der geringsten Ungleichheit der Gewichte gänzlich überschlagen: man begegnet diesen Unbequemlichkeiten dadurch, daß man den Bewegungspunkt über den Schwerpunkt annimmt. — Versuche bestätigen dieß.

65.

Die Vollkommenheit, und Mängel der Wagen.

Die Vollkommenheit der Wage fodert

1. die **genaueste Gleichheit** der Arme, und

2. eine grosse **Empfindlichkeit**, oder **möglichst leichte Bewegung**. Dieß letztere wird erhalten

a. durch die **Leichtigkeit** der Balken,

b. durch eine **nicht zu grosse Länge** der Balken,

c. durch die **Zuschärfung der Kanten** an der Achse, und an dem Aufhängspunkt der Schaalen.

d. durch die Stellung des Ruhepunkts über den Schwerpunkt.

* Wir zeigen gut eingerichtete Wagen vor, und machen praktisch auf die angezeigten erfoderlichen Stücke aufmerksam.

66.

Die Habsucht hat allerlei **falsche Wagen** ersonnen; man hat den Balken **hohl** gemacht, und eine Portion Quecksilber darein gethan; man hat die Arme **ungleichlang**, und die Schaalen **ungleichschwer** verfertiget — und die schwerere an den kürzern, die leichtere aber an den längern Arm aufgehängt u. d. gl. Im letzten Falle, der gewöhnlicher ist,

 wird

wird der Betrug entdeckt, wenn man die Schaalen verwechselt; im ersten, wenn man das Gewicht vor den abzuwegenden Körper in die Schaale legen läßt rc. rc.

Bei der Schnellwage sind die Betrüge noch leichter — die guten Schnellwagen fodern die genaueste Eintheilung des längern Balkens, woran der Laufer (Cursor) sich bewegt, in gleiche Theile — eine scharfe Kante über den ganzen längern Arm hin (der Ring, woran der Laufer [das Gewicht] hängt, soll wenigstens zugeschärft sein) — gleiches Gewicht beider Aerme des kürzern und des längern rc.

67.

Die Rolle. (Trochlea)

1. Eine Scheibe, die in der Mitte durchgebohrt ist, und eine solche Achse hat, daß sich diese mit der Scheibe nicht zugleich drehet, heißt eine **Rolle** (Fig. 25. T. I.).

2. Der äußerste Umfang der Rolle hat einen Einschnitt, in dem ein Sail lauft, an dessen einem Ende die Last p, am andern die Kraft P angebracht wird.

3. Die Achse heißt der Polzen.

Erfahrungen. 1. Wenn das Sail von unten um die Scheibe geht, und mit dem Ende an einem Nagel H befestigt ist, (Fig. 26. T. I.) das andere aber von der Kraft senkrecht aufwärts gezogen wird, so ist im Gleichgewichte die vom Mittelpunkt der Schei-

be

be herunterhangende Last noch so groß, als die Kraft.

2. Geht aber das Sail von oben herum um die Rolle, (Fig. 24.) so ist im Gleichgewichte die Last der Kraft gleich, die Kraft mag senkrecht, oder schief angebracht sein.

I. Nemlich eine Rolle, welche sich um eine fest gemachte Achse dreht, ist ein doppelter und gleicharmichter Hebel; bei unbeweglicher Rolle also haben Potenz und Last gleiche Entfernungen vom Ruhepunkt, folglich muß im Gleichgewichte die Kraft so groß sein, als die Last.

II. Die Rolle aber, welche mit ihrer Achse in Bewegung ist, ist ein einarmichter Hebel der zweiten Art, wobei C der Ruhepunkt, in der Mitte die Last p, und bei A die Kraft P angebracht ist: die Potenz ist daher noch so weit vom Hipomochlion entfernet; steht also mit einer noch so grossen Last im Gleichgewichte —

III. Die Rolle also, welche sich nicht samt dem Polzen bewegt, ist eigentlich eine Leitscheibe zur bequemen Bewegung: die Rolle der zweiten Art verschaft mehr Vortheile.

68.

Um mehrere Rollen zu vereinigen, faßt man sie in Kloben (Fig. 26, 27. K, K. ꝛc.) ein, und 2 Kloben machen einen Flaschenzug (Polyspaktus) verschiedene auf diese Weise verschieden miteinander

der verbundene Rollen bilden einen zusammengesetzten Hebel —

I. Im Flaschenzuge hat das allgemeine Gesetz des Verhältnisses der Kräfte, wie die Entfernung vom Ruhepunkt statt.

II. Werden daher die Saile parallel angenommen, so verhält sich die Kraft zur Last, wie 1 zur doppelten Anzahl der untern Rollen (denn nur diese sind beweglich) — oder um die Kraft zu finden, muß man die Last durch die doppelte Anzahl der Rollen des untern Klobens dividiren — denn werden mehrere Rollen miteinander verbunden, so wird die Potenz vom Ruhepunkt immer um zwei weiter entfernet: es wächst daher der Potenz so viel Vortheil zu, als groß die doppelte Zahl der untern Rollen ist: mithin $P = \frac{p}{2N}$.

* Dieß gilt nur in den Fällen, wo die Schnur am obern Kloben (Fig. 26.) der unbeweglich ist, angemacht worden; nicht aber, wenn sie an den untern fest sitzt wie Fig. 27. Man müßte nur den Hacken, an welchem sie angeknüpft wird, für eine halbe Rolle bei der Rechnung gelten lassen. — Man dividirt daher richtiger die Last p durch die Anzahl der Stricke N, an welchen der untere Kloben hängt, um die Potenz zu finden: mithin $P = \frac{p}{N}$.

** Werden die Rollen so zusammengesetzt, daß jede Rolle einen festgebundenen Strick hat (Fig. 29.) so hat dieser Kloben noch einmal so viel Kraft, als der vorige. Der Kloben von 4

Rollen

Rollen verstärkt die Kraft 16mal das heißt: der Last = 1 hält eine Kraft = $\frac{1}{16}$ das Gleichgewicht; denn diese Maschine ist nichts anders als ein zusammengesetzter Hebel: es gilt daher alles, was wir n. 61. * sagten: nemlich die Last p = 1 wird bei a von einer halb so grossen Kraft getragen (n. 66.); mithin von einer Kraft = $\frac{1}{2}$: für die zweite Rolle, von unten herauf gerechnet, ist demnach die Last nur mehr = $\frac{1}{2}$. Diese Last wird bei b wieder von einer halb so grossen Kraft = $\frac{1}{4}$ getragen, und so ist denn die Last für die dritte Rolle noch = $\frac{1}{4}$: diese wird bei c wieder mit einer halb so grossen Kraft = $\frac{1}{8}$ im Gleichgewichte erhalten: mithin ist die Last für die vierte Rolle = $\frac{1}{8}$, und wird folglich mit einer halb so grossen Kraft = $\frac{1}{16}$ das Gleichgewicht haben. W. z. e. w.

69.

Rad an der Welle.
(Axis in peritrochio)

Ein Rad ist ein um ihren Mittelpunkt bewegliche Rolle, derer Umfang unausgehöhlt ist, und zur Erhaltung der ihm mitgetheilten Bewegung mit verminderter Reibung dient. — Hier gilt Rad für den Ausdruck: Scheibe, welche mit dem Rad eine Aehnlichkeit hat. Geht mitten durch das Rad oder die Scheibe A (Fig. 30.) ein Cilinder BC so heißt dieser die Welle (Achse) das Rad samt der Welle, welche an beiden Enden mit ihren Zapfen auf den Zapfenlagern ruhet, heißt das Rad am Wellbaume.

Die Scheibe oder das Rad leidet allerlei Aenderungen, so, daß auch die Haspel, Kreuzhaspel (Sucula) die Erdwinde, oder Göpel (Ergata) der Hornhaspel mit der Kurbel, der Radhaspel ꝛc. welcher eine auf dem Umfange mit Zapfen oder Hörnern versehene Scheibe hat, hieher gehören

70.

Die Kraft P wird an dem Rade, und die Last p am Wellbaume vermittelst eines Sails angebracht — Die Kraft wirkt wieder auf verschiedene Weise z. B. durch Treten, durch den Stoß des Wassers an Schaufeln (Palmulae) wodurch oberschlächtige, und unterschlächtige Wasserräder (Rotae directae, retrogradae) entstehen u. s. w.

* Zur bessern Erläuterung zeigen wir die Maschinen in Modellen vor ꝛc.

71.

Hauptsatz.

Das Rad an der Welle ist ein ungleicharmigter Hebel: es gelten daher auch bei dieser Maschine die Gesetze des Hebels; und die Potenz gewinnt mehr oder weniger, je nachdem der Stral des Rades b d den Stral der Welle m n, mehr oder weniger übertrift. — Nemlich, wenn die Richtung der Kraft und der Last in Ebenen liegen, die auf

der

der Welle senkrecht stehen, und zugleich Tangenten vom Umfange der Welle und des Rades sind; so verhält sich die Kraft zur Last, wie der Halbmesser (Radius) der Welle, zum Halbmesser des Rades.

* Dieß Verhältniß bleibt auch alsdenn, wenn die Welle senkrecht steht (Fig. 31.).

72.

Wenn Räder, die nicht an einer Welle sind, sich zugleich bewegen sollen, so müssen die Erhöhungen des einen, in die Vertiefungen des andern eingreifen: die Erhöhungen heißen dann Zähne oder Kämme.

Sind die Zähne in der Peripherie des Rades nach der Richtung des Halbmessers, so heißt es ein Sternrad — Stirnrad; Stehen aber die Zähne auf der Ebene des Rades senkrecht, so nennt man es ein Kammrad, Kronrad.

Das kleinere Rad, in welches gemeiniglich ein grösseres eingreift, heißt ein Getriebe, und ist bald ein Trilling mit Triebstecken bald ein Rumpf. — Vorgezeigte Modelle geben handgreifliche Erläuterung.

73.

Die Grösse der Kraft an einem Räderwerke findet man unter den vorher angegebenen Bedingungen, (n. 67. **) wenn man die Kraft sucht, welche

zum Gleichgewichte mit der Last erforderlich ist; solche als eine am zweiten Rade angebrachte Last ansieht, und die Kraft, welche solcher gleichet, suchet — und so die Berechnung für jedes Rad, und Getrieb fortsetzet — oder man multiplicirt die Last mit dem Produkt aus den Halbmessern der Wellen, und dividirt dieses Produkt mit dem Produkte aus den Halbmessern der Räder: welches mit n. 61. II. übereinkommt.

74.

Die schiefliegende Fläche.

Hauptsätze.

1. Ist eine Last über eine schiefe Ebene zu bewegen, und ist die Richtung der Kraft der schiefen Ebene parallel — so verhält sie sich zur Last, wie die Höhe zur Länge —; denn in diesem Falle ist nur die respektive Gewalt zu überwinden; — und diese hat eben dies Verhältniß (n. 11. dieser Abhandl.). Beispiel an der sogenannten Leiter, durch derer Hilfe man bequem grosse Lasten auf Wägen, Schiffe aufladt — und davon abladt.

2. Wirkt aber die Kraft mit einer Richtung, welche der Basis parallel ist, so muß sich zur Erhaltung des Gleichgewichtes die Kraft zur Last verhalten, wie die Höhe zur Grundlinie. —

Ich berufe mich auf die Erfahrung. Es sei A (Fig. 9. Tab. I.) durch eine der Basis parallele Kraft

DE zu bewegen: mn mache, daß A nur eine Bewegung nach der Richtung nm annehme, während daß die schiefe Ebene CA unter denselben hineingetrieben wird. Nun zeigt der Augenschein beim Versuch (den wir mit einem eigenen dazu gemachten Werkzeuge machen) daß der Körper A um so viel leichter zu bewegen, je kleiner die Höhe AB in Vergleich mit der Basis CB ist. — — Die Anwendung davon haben wir am **Keil**, und an der **Schraube.**

75.

Der Keil. (Cuneus)

Ist ein aus schiefen Flächen zusammengesetztes, hauptsächlich zum Trennen dienliches Werkzeug.

Jeder Körper also, der aus einer breiten Grundfläche besteht, allmählig abnimmt, und sich in eine Schneide, oder Schärfe endigt, ist ein Keil.

Ein einfacher Keil besteht aus einem dreieckigten Prisma, dessen Seiten ein rechtwinkliches Dreieck bilden; — Zwei der Länge nach, vereinigte einfache, machen einen doppelten aus, der auch der üblichste ist. z. B. der Keil zum Holzspalten, unsere Arten 2c 2c.

76.

Hauptsatz.

Der Keil ist eine schiefe Fläche, worauf die Richtung der Gewalt, womit sie bewegt wird, mit

der

der Grundlinie parallel ist. Es findet daher das Gesetz der schiefen Fläche (n. 73. 2.) statt; um das Gleichgewicht zu bekommen, muß sich die Kraft zur Last verhalten, wie die Höhe zur Grundlinie.

I. Je spitziger der Keil, desto kräftiger ist er.

* Die Kraft des doppelten Keils, der zum Holzklieben gebraucht wird, läßt sich wegen der Ungleichheit des Holzes nicht genau berechnen. Nehmen wir aber an, die Kraft des Zusammenhanges in dem Holz ADEB (Fig. 32.) sei durchaus gleich; indem nun der Keil die Theile des Holzes AF und BG voneinander treibt, so verhält sich die Kraft des Keils zu dem Widerstand in dem Holze, wie die Höhe des Keils HC zu seiner halben Dicke a H.

** Nach diesen Gründen muß die Wirkung einer Menge keilartiger Werkzeuge geschätzt werden

77.

Die Schraube (Cochlea)

1. Ist ein Cilinder, um welchen eine schiefe Fläche herumliegt.

2. Der Theil, an dem die Gänge, oder die Gewinde (helices) an der Fläche erhaben sind, heißt die Schraube, Spindel, (Cochlea mas) Fig. 33.; der andere Theil aber, woran die Gänge in der innern Fläche eines ausgehöhlten Cilinders sind, heißt die Mutter (Cochlea Femina). (Fig. 34.)

3. Entweder wird die Mutter an der ruhenden

Schraube

Schraube, oder die Schraube an der ruhenden Mutter bewegt.

4. Sowohl in der Spindel, als an der Schraubenmutter muß die geneigte Ebene den nemlichen Winkel haben; sonst könnten die Schraubengänge nicht in einander passen.

Hauptsatz. Wenn die Potenz durch Hilfe einer Schraube die Last trägt, so wird eine solche Kraft erfodert, welche sich zur Last verhält, als wie die Weite zweier Gänge zur Peripherie der Schraube. — Beweis: die Potenz wirkt in diesem Falle der Basis parallel, wie es aus der Weise die Schraube zu bewegen erhellet. Die Peripherie der Spindel drückt die Basis der um die Spindel herumgelegten schiefen Ebene; die Entfernung zweier Gänge aber die Höhe derselben aus. —

Da nun die Neigung, die Höhe und die Länge der schiefen Ebene unverändert bleibt, ob sie gerad daliegt, oder um eine Spindel herumgelegt ist: so wird bei der Schraube eben jene Kraft erfodert, um dem Widerstand das Gleichgewicht zu halten, welche erfodert wird bei der schiefen Ebene. — Bei der schiefen Ebene aber ist die Kraft, welche der Basis parallel wirket, alswie die Höhe zur Grundlinie: also ist auch bei der Schraube die Kraft zur Last wie die Höhe (die Entfernung zweier Gänge) zur Grundlinie (zur Peripherie der Spindel) W. z. w.

Je kleiner also die Schraubengänge, desto kleiner darf die Kraft sein, um den Widerstand zu bewegen.

* Man kann die an der Schraube angemachten Stäbe u. d. gl — z. B. c b A (Fig. 33. T. I.) — b A, Fig. 34. T. I. als Hebel ansehen, und so die Schraube als eine aus schiefen Ebenen und Hebeln zusammengesetzte Maschine ansehen; c ist der Ruhepunkt; bei b ist die Last bei A die Kraft. — je länger b A Fig. 33. und 34. desto grösser ist die Kraft.

** Die Schrauben, welche nieder, und zusammendrücken, geben die Pressen; jene, welche Lasten in die Höhe heben, die Werk- oder Hebschrauben u. s. w.

*** Schaufeln, Bohrer, Gabeln, Sägen, Feilen u. d. gl. sind Keilmaschinen, deren Wirkung nach den angeführten Gesetzen zu schätzen.

78.

Greift die Schraube in ein Sternrad, so heißt sie Schraube ohne Ende (Cochlea infinita, perpetua); die Bewegung dieser Maschine ist sehr langsam; denn wenn man die Schraube mittels einer Kurbel einmal herumbewegt, so wird das Rad nur um Einen Kamm fortgeschoben.

Sie folgt den obenangefühten Gesetzen, und dient bei Bewegung grosser Lasten, und wo nur eine langsame Bewegung erfodert wird.

* Was nun die weitere Zusammensetzung der Maschinen betrift, so ist dieselbe eben so verschieden, als ihre Bauart mannigfaltig ist. Indeß findet man in allen zusammengesetzten Maschinen das Rad an einer Achse, den Hebel, und die Schraube wie z. B. in Uhrwerken, Brattenwendern, Mühlen u. s. w. Die Theorie

rie von Uhren findet man ausführlich behandelt in Philosophia britanica I. Th. von Wilke übersetzt. Leipzig 1772. — S. 222.

** Aus der Erfahrung weiß man, daß eine Maschine alsdenn ihre größte Wirkungen thue, und ihrer Vollkommenheit am nächsten sei, wenn sie die Wirkung mit 4 Neuntheilen derjenigen Kraft leistet, welche vermögend ist, sie genau im Gleichgewichte zu erhalten. — Die Wirkungen würden grösser sein, wenn es keine Hindernisse der Bewegung gäbe z. B. wenn unsere Hebel vollkommen unbiegsam, unsere Körper, die wir zu Maschinen anwenden, vollkommen hart, glatt rc. wären, wenn die Stricke, die wir brauchen, vollkommene Flexilität besässen — die Luft nicht widerstünde u. s. w. — Hier nur

79.

Von der Reibung (Affrictus)

oder von dem Widerstand, den ein Körper zu überwinden hat, wenn er sich über einen andern hin bewegt.

Bei Bestimmung der Grösse der Reibung, welche eine grössere Kraft nöthig macht, als ohne sie zur Bewegung einer Last erforderlich wäre, hängt ab

1. Von der Grösse, Figur, Härte, und Menge der hervorstehenden Theile der Körper, die sich über einander bewegen.

2. Von der Geschwindigkeit der Bewegung, denn bei einer geschwindern Bewegung müssen mehrere

mehrere hervorragende Theile gebogen, gebrochen, oder übersprungen werden.

3. Von dem Gewichte des Körpers, der bewegt werden soll, weil ein mehr gewichtiger seine Erhöhungen in die Vertiefungen des andern tiefer einsenkt — Obschon er auch manchmal viele Theile quetscht, so leidet dadurch die Bewegung dennoch eine Hemmung.

4. Von der Oberfläche des zu bewegenden Körpers; denn mit ihr wächst auch die Zahl der Theile, die der Bewegung hinderlich sind.

5. Bei der **Rolle**, und beim **Rad an der Achse** von der Unbiegsamkeit der Stricke, welche um so viel mehrer wächst, als dicker, und gespannter dieselben sind. u. s. w.

80.

Aber da alle diese Umstände nicht wohl in Rechnung zu bringen sind, fehlen uns noch die Regeln, welche die allgemeine Gesetze der Friktion ausdrücken. Denn wer kann wohl

1. Die Ungleichheit jeder Körperoberfläche bestimmen?

2. Wer die Menge der Theile zählen, welche umgebogen — welche abgestossen — welche übersprungen werden müssen?

3. Wer die Härte der zubrechenden u. s. w. in Rechnung bringen? —

81.

81.

Indeß waren dennoch immer einige Naturforscher, die sich bemüheten durch Versuche, die sie sehr mühsam, und sorgfältig anstellten, ein allgemeines Gesetz zu bestimmen: ich nenne nur den sehr geschickten Experimentator van Muschenbröck; allein dieser Naturforscher konnte nicht einmal ein Verhältniß des Gewichtes mit der Grösse des Reibens entdecken (**Inst. phys. Cap. 1. de Adtritu.**). Man mag daraus den Werth des **Tribometers** beurtheilen. — — Von den angezeigten Bemühungen

82.

Einige gewisse Resultate.

1. Die Körper reiben sich an gleichartigen Theilen gemeiniglich mehr, als an andern — Metalle und Hölzer am stärksten auf Metallen und Hölzern der nemlichen Gattung.

2. Der Stahl reibt sich am wenigsten auf Messing, stärker auf Blei, noch stärker auf Kupfer, noch mehr auf Stahl, am stärksten auf Zinn.

3. Das Holz reibt sich weniger, wenn es nach der Länge der Fibern bewegt wird, als über Quere. —

Woraus sich ergeben

83.

Die Mittel gegen die Hindernisse des Reibens.

1. Man lasse nur solche Körper sich übereinander bewegen, von denen wir aus Erfahrung wissen, daß sie sich am mindesten reiben.

2. Man vermindere die Berührungspunkte so viel möglich.

3. Man lasse die Körper, welche sich übereinander hinbewegen, drehen.

4. Man suche durch dazwischengebrachtes Fett, oder andere glattmachende Materien, welche die Vertiefungen ausfüllen, den Widerstand der Reibung zu vermindern.

* Doch verträgt Holz auf Holz, Messing auf Messing gar keine Fette.

5. Man gebe der Bewegung die möglichst vortheilhafte Richtung.

* Bloß daraus, was wir eben von der Reibung, oben aber von dem Widerstand der Luft, und von den Aenderungen, welche die Witterung, Wärme und Kälte in den bewegten Körpern ɪc. hervorbringen, gesagt haben, läßt sich schon ein Urtheil fällen über den vergeblichen Versuch, eine Maschine von immerwährender Bewegung (Mobile perpetuum) zu verfertigen. —

I

** Ich sagte eben, man lasse einen Körper sich drehen, wenn er sich über einen andern bewegt; denn die Reibung wird dadurch gar sehr vermindert, daß sich der bewegte Körper, der über einen andern hingeht, um seine Achse drehe, aus diesem Grunde: Es sei A B. (Fig. 35.) der Durchschnitt eines schweren Körpers, welcher auf einem Rade E F, und dieser ferner auf der Ebene C D liege. Der Körper A B werde durch die Kraft P gezogen; es ist klar, daß wenn der Körper A B gegen die hervorragende Theilchen des Rades gezogen wird, so weichen diese aus, und verursachen keinen Widerstand: mithin giebt der perpendikuläre Durchmesser a b nach, und kommt in die Lage e f, und c d tritt an seine Stelle; auf diese Weise werden die hervorragenden Theile nicht abgestossen, weder gebogen, noch übersprungen (wenigst nicht in solcher Menge, wie bei der Bewegung ohne Rad) sie bewegen sich nur herunterwärts, und wieder in die Höhe — Daraus

84.

Die Theorie der Räder

oder die Grundsätze, worauf das Fuhrwerk beruhet.

I. Unter allen bewegten Körpern leidet jener die geringste Reibung, welcher mit Rädern versehen ist.

II. Das Fuhrwerk geht allemal desto leichter, je höher die Räder sind, denn diese drehen sich nicht so oft um ihre Achse, als die niedern, und leiden deßhalb weniger Widerstand, als jene.

III. Eben darum wird ein Wagen auch leichter gezogen der mit 4 grossen Rädern versehen ist, die gleich hoch sind, als wenn 2 derselben kleiner sind.

IV. Werden aber die Räder ungleich gemacht, des leichten Umwendens willen z. B. bei Kutschen, so kann die Last leichter fortgezogen werden, wenn man sie auf die Achse der grössern Räder ládt.

* Diese Sätze werden durch Versuche, die man mit kleinen Wägelein, und darangehängten Gewichten macht, bestätigt.

Hidrostatik.

85.

Die Lehre vom Drucke, und Gleichgewichte flüssiger Körper, heißt Hidrostatik.

Man kann das Gleichgewicht flüssiger Wesen

1. unter sich selbst, und

2. der flüssigen mit festen Körper untereinander betrachten: mithin bringen wir das Lehrreichste dieser Materie unter diese 2 Rubriken.

1. Vom Gleichgewichte flüssiger Körper unter sich selbst; und

2. Vom Gleichgewichte flüssiger Körper mit festen, die sich in ihnen befinden.

I.

J.

Vom Gleichgewichte flüssiger Körper unter sich selbst.

86.

I. Die Theilchen flüssiger Wesen z. B. 1, 2, 3, 4, ꝛc. welche senkrecht übereinander liegen (Fig. 36. Tab. I.) werden nicht nur unterwärts durch ihre eigene Schwere getrieben, sondern auch durch das Gewicht der Theilchen, die über denselben liegen.

Es ist daher der Druck, den die Theile eines flüssigen Körpers in einem Horizontalschnitte leiden, immer im Verhältniß der Höhe (vorausgesetzt, daß die Flüssigen unter gleichen Inbegriffen gleiche Schweren haben).

87.

II. Hat das Gefäß eine Neigung auf den Horizon, und liegen deßwegen die Theile des Flüssigen nicht senkrecht über der Basis, oder einem Horizontalschnitte, wie z. B. in A B Fig. 37. so ist der Druck der Flüssigen, wie die respektive Gewalt der Körper auf schiefen Ebenen — mithin abermal wie die Höhe (n. 73. I.).

Es ist also das Gesetz allgemein wahr. Der Druck flüssiger Wesen ist auf einen gegebenen Horizontalschnitt, wie die Perpendikularhöhe.

* Sind die Flüssigen, die man vergleicht, von verschiedener Dichtigkeit, so muß die specifische Schwere des dichtern mit in Rechnung kommen.

88.

III. Der Druck flüssiger Wesen ist in einer gegebenen Höhe (oder Tiefe) aufwärts eben so stark, als abwärts. Es sei dem Gefäß AB CD Fig. 36. die Höhe EF eine Säule von mehrern Wassertheilchen: es ist klar, daß das oberste Theilchen 1 das folgende 2 nur mit seinem Gewichte drücke, welches Gewicht ebenfalls = 1 ist; das Theilchen 2 ist unbeweglich, und seine Gegenwirkung allemal der Wirkung gleich; mithin wirkt das Theilchen 2 dem Theilchen 1 eben so stark entgegen = 1; das nemliche gilt vom Theilchen 2, welches auf das Theilchen 3 = 2 drückt; und das Theilchen 3 hinwieder mit der nemlichen Stärke = 3 gegen das Theilchen 2, u. s. w.

89.

IV. Der Druck flüssiger Wesen ist in gleicher Tiefe nach allen Seiten gleich. Denn wenn ein Theilchen an der einen Seite mehr gedrückt würde, als an der andern, so müßte es da dem stärkern Druck nachgeben, und weichen, so lange, bis der Druck von allen Seiten her gleich würde — Dieß könnte ohne Bewegung der Theilchen nicht geschehen; und mithin wären die flüssigen Wesen nie in Ruhe, das doch gegen die Erfahrung ist: also hat das angeführte Gesetz statt.

* Wir sehen hieraus den grossen Unterschied zwischen der Wirkung der flüssigen, und festen Körper; die Wirkung dieser geschieht nur nach ihrer Schwere; die flüssigen wirken mit ihrer Schwere, und mit ihrem Druck nach allen Seiten zugleich.

90.

V. Die Oberflächen aller Flüssigen sind horizontal, wenn sie sich im Gleichgewichte (in Ruhe) befinden: dieß folgt aus dem vorigen; denn sonst wären Erhöhungen, und Vertiefungen vorhanden, mithin würde die Ruhe unmöglich sein.

* Wir sagten oben, (n. 61. 4. *. der ersten Abh.) daß die wahre Horizontallinie eine krumme Linie sei: die Gestalt der Oberfläche aller flüssigen Wesen ist daher eigentlich kugelförmig. Im grossen Weltmeere wird diese Kugelgestalt merklich: die Schiffe, welche von den Küsten segeln, verlieren sich nach und nach aus dem Gesichte, und zwar verschwinden die niedern Theile zuerst; hierauf der untere Theil des Mastes, und endlich die Spitzen derselben. —

91.

VI. Der Druck flüssiger Wesen richtet sich nicht allgemein nach der Menge der Theilchen; sondern immer nach der Höhe. Dieser Satz lautet parador; allein seine Richtigkeit erhellet ganz klar aus dem, daß der Druck der Theilchen flüssiger Wesen in gleichen Tiefen allerwärts gleich ist. — Woraus ferners:

92.

VII. Ein ganz kleiner Theil des Flüssigen z. B.

b e d f (Fig. 38.) kann dem Gewicht einer grossen Quantität A B C D das Gleichgewicht halten. — Die Theile bei a leiden von b e d f den nemlichen Druck, welchen sie leiden von A B C D: also ꝛc.

* Auf dieses Gesetz gründen sich, Wolfs anatomischer Heber (Sipho anatomicus) und des Gravesands Follis hydrostaticus, die wir vorzeigen: etwas ähnliches stellet vor Fig. 38. T. I.

93.

VIII. Die Gefässe mögen einförmig (vniformia) oder nicht einförmig sein (difformia); sie mögen eine Figur haben, welche sie wollen; ihre Seiten mögen oben auseinander gehen (Vasa diuergentia) [Fig. 39.] oder näher zusammenkommen (Conuergentia) [Fig. 40.] sie mögen Krümmungen oder Neigungen haben [Fig. 37.] so ist der Druck auf die Basis immer gleich, wenn in ihnen das Flüssige in gleicher Höhe steht, und sie gleiche Grundflächen haben.

* So läßt sich auch durch Versuche darthun, daß die gleich hohe Gefässe A, B, C, (Fig. 36. 39. 40.) wenn sie einen beweglichen Boden haben, an Wagbalken gehängt, einander das Gleichgewicht halten.

94.

IX. Sind die Flüssigen in Gefässen, die miteinander durch Röhren, oder Kanäle in Verbindung stehen, von einerlei Dichtigkeit, oder specifischen Schwere; so haben die Flüssigen im Gleichgewichte gleiche Höhen; ist aber die Dich-

tigkeit

tigkeit oder specifische Schwere des einen, von jener des andern verschieden; so erfolgt das Gleichgewicht nur alsdenn, wenn die Höhen mit den Schweren in verkehrter Proportion stehen — denn nur in diesem Falle ist an jener Stelle, wo sie zusammenfließen, Druck und Gegendruck gleich... Z. B. bringt man in eine Röhre Quecksilber, und in eine andere, mit der jene in Verbindung ist, Wasser; so muß im Gleichgewichte das Wasser 14mal höher stehen, weil die specifische Schwere des Quecksilbers jene des Wassers 14mal übertrift.

* Auf diesen Grundsätzen beruhet die Einrichtung der Wasserleitungen und der Spritzbrunnen, wovon die Hidraulik ausführlicher handelt: wäre kein Widerstand der Luft, und der Reibung, so müßte ein Springwasser immer zur Höhe der Urquelle springen u. s. w.

** Wir haben bisher von dem Druck, den die Flüssigen auf den Boden äußern, geredet, nun auch vom Druck, den die **Seiten** eines Gefässes leiden.

95.

Bestimmung des Druckes der Flüssigen an den Seiten der Gefässe.

Der Seitendruck wird auf mancherlei Weisen berechnet; ich wähle die leichteste Art.

Man denke den Theil **a b** des Gefässes **A** (Fig. 38.) weg, und setze an seine Stelle die Röhre **b e D E**; diese Röhre müßte bis **b e** voll sein, wenn die

Wassertheilchen in E D an ihrem Orte bleiben d. i. wenn Druck, und Gegendruck einander gleich sein sollten; nun ist der Druck der Wassersäule **b e d f** gleich dem Produkte aus der Grundfläche E D in die Höhe **e f**: es ist aber **e f** = **B** D.

Um also zu finden, wie stark ein gewisser Theil eines Gefässes von dem Flüssigen gedrückt werde, darf nur die Fläche dieses Theils mit der senkrechten Linie, von ihm an, bis zur Wasseroberfläche, multiplizirt werden.

* Dieß gilt aber nur, wenn E D sehr klein angenommen wird; denn, da E nicht so tief steht, wie D, so ist das Mittel zwischen B D und B E als die Wasserhöhe anzusehen, und durch dieses jene Fläche der Seite, welche vom Wasser berührt wird, zu multipliziren.

I. Der D r u c k auf den Seiten der Gefässe ist daher auch immer g r ö s s e r, je tiefer der Theil unter Wasser steht. — Daher muß das Wasser t i e f e r unten im Gefässe mit g r ö s s e r e r Gewalt herausfahren — mit a b n e h m e n d e r Höhe muß die Geschwindigkeit des hervorspringenden Wässers a b n e h m e n. — Wird mit Experimenten beleget.

II. Setzen wir ein Gefäß, das die Form eines Würfels hat, und genau einen Kubikschuh Wasser enthält; und nehmen wir also an, daß eine Quadratseite ganz unter Wasser steht, so ist der Druck auf diese Fläche zunächst = dem Produkt aus dem Theil, der unter Wasser ist, in die halbe Höhe.

96.

Bei Vermischung flüssiger Materien

Behauptet die gewichtigste die unterste Stelle, die leichteste die oberste, und die übrigen nehmen nach der grössern, oder kleinern specifischen Schwere, mehr oder minder tiefe Stellen ein.

* Dieß zeigt sinnlich die sogenannte **Elementarwelt.**

** Eben darinn liegt ein Theilgrund, warum ein flüssiger Körper so lange nicht zum Gleichgewichte komme, alslange Ungleichheiten im allseitigen Druck andauern. — Eine Wirkung derlei Ungleichheiten im Druck ist

97.

Die Wellenbewegung.
(Motus vndulatorius)

Wenn z. B. in einem Wasser ein Theil der Oberfläche durch eine äußerliche Gewalt gedrückt wird, so muß sich das Wasser ringsum erheben — eine **Welle** gestalten, die desto höher, und breiter sein wird, je stärker die drückende Gewalt ist.

Das erhöhte Wasser sinkt wieder, und sinkend drückt es, und erhebt ein anders, und so muß eine wechselweise Erhöhung der Wasserflächen vorgehen, welche wechselweise Erhöhung wir die **Wellenbewegung** nennen.

I.

I. Die entfernten Wellen richten sich nothwendig nach den ersten; ist demnach die erste cirkelförmig oder oval u. s. w. so müssen die entfernten die nemliche Figur haben.

II. Man kann die kleinen Wellen als kurze Schwingungen eines Penduls ansehen, mithin dieselben als gleichzeitig annehmen.

III. Da die Peripherie der Wellen, und ihre Breite mit der Entfernung stäts wächst, und mithin die zubewegende Masse immer grösser wird; so müssen die Wellen abnehmen, und endlich gar aufhören.

IV. Weil man erfährt, daß, wenn mehrere Wellen z. B. im Wasser entstehen (etwa durch das Hineinfallen der Regentropfen) sie sich ordentlich, und ohne Verwirrung durchschneiden; so erhellet, daß die wechselweisen Erhöhungen, und Vertiefungen auch in den schon bewegten Wellen statt haben.

V. Im fließenden Wasser, oder in einem sonst bewegten Flüssigen werden die Wellen nach der Richtung des Stromes fortgerissen, mithin nach dieser Richtung verlängert.

* Hieraus ist manches Phönomen in der Natur erklärbar: z. B. die Fortpflanzung des Schalles durch die Luft nach allen Richtungen — u. s. w.

2.

Vom Gleichgewichte der Flüssigen mit den festen Körpern.

98.

Es sei ein Gefäß ABCD (Fig. 41.) welches bis EF mit Wasser gefüllt ist; man hänge einen cubischen Körper a z. B. aus Blei darein. So wie der Körper a in das Wasser hineingetaucht wird, so treibt er eine Menge desselben EFgh aus dem Wege, welche dem Umfange des Körpers a genau gleich kommt.

99.

Ein fester in eine flüssige Materie z. B. in Wasser getauchter Körper leidet unstrittig eben die Aenderung, die ein eben so grosser Theil Wassers an seiner Stelle leiden würde. Ein solcher Theil Wassers aber wird vom übrigen Wasser ganz getragen, so daß sein Gewicht, womit er zu Boden sinken würde, gleichsam vernichtet ist: folglich wird auch so viel vom eingesenkten Körper getragen, und von seinem Gewichte so viel gleichsam vernichtet, als das Gewicht eines eben so grossen Theils Wasser beträgt — — — Da nun dieses von allen Flüssigen gilt: so ist dieß ein Hauptgesetz in der Hidrostatik.

I. Wenn ein fester Körper in einem flüssigen eingetaucht wird: so verliert er genau so viel von seinem Gewicht, als

das

das Gewicht des flüssigen vom gleichen Umfange beträgt.

II. Die Hand also, welche einen in das Wasser gesenkten Körper etwa durch Hilfe eines Fadens hält, darf nicht das ganze Gewicht des eingesenkten Körpers tragen, sondern nur soviel, als übrig bleibt, wenn vom ganzen Gewichte des Körpers, das er außerhalb dem Wasser hat, das Gewicht eines eben so grossen Theils Wassers abgezogen wird.

* Daraus die Erklärung, warum ein grosses Schiff im Wasser von einem schwachen Mann oder schwachen Winde bewegt werden könne, warum man das Gewicht eines Fisches, eines Eimers u. s. w. erst fühle, nachdem er aus dem Wasser gezogen worden u. s. w.

100.

Weitere Folgesätze.

III. Ein fester Körper verliert in flüssigen Wesen verschiedener Dichtigkeit nicht gleich viel von seinem Gewichte; in dem dichtern mehr, als im dünnern.

* Ein unter Wasser in das Gleichgewicht gebrachter Körper sinkt im Weingeist, und steigt im Salzwasser u. s. w.

IV. Von Körpern die einerlei Gewichte, aber verschiedene Inbegriffe haben, verliert jener am meisten, der einen grössern Umfang hat. — Je grösser daher die specifische Schwere eines Körpers ist, ei-

nen desto kleinern Gewichtverlust leidet er: und so umgekehrt.

V. Eine tiefere Einsenkung unter das Wasser macht keinen Unterschied am Gewichte des Körpers, wenn sich die Flüssigen nicht merklich zusammendrücken lassen. —

* Wir geben einen anschaulichen Erweis dieser Sätze durch Versuche.

101.

VI. Wird ein fester Körper in ein Flüssiges z. B. in das Wasser eingesenkt, der dieses an Dichtigkeit übertrift; so sinkt er mit seiner respektiven Schwere zu Boden.

Denn er drückt in jeder Höhe stärker, als eine Menge Wassers von seinem Umfange: er muß also mit diesem Uebergewichte sinken.

102.

VII. Ein Körper, der mit dem Flüssigen gleiche specifische Schwere hat, sinkt so lange, bis er ganz untergetaucht ist, und ruhet in jeder Höhe. — Denn ein Körper von gleicher specifischen Schwere mit dem Flüssigen z. B. mit Wasser drückt in jeder Höhe gerade so stark, als eine Portion Wassers von gleichem Umfange.

* Ein Körper dieser Art verliert gleichsam alle Schwere im Flüssigen.

103.

VIII. Ist endlich der feste Körper specifisch leichter

leichter, als das Flüssige, z. B. als das Wasser; so sinkt er so lange, bis das von der Stelle geschafte Wasser so viel wiegt, als der Körper.

Denn in diesem Falle drückt der Körper nicht so stark abwärts, als eine gleiche grosse Wasserportion an seiner Stelle drücken würde. Es kann also das Einsenken nur so lange währen, bis das von der Stelle verdrängte Wasser so viel wiegt, als der ganze Körper.

* Ein Körper taucht sich daher desto tiefer ein, je schwerer er, oder je leichter das Flüssige ist.

** Man sieht leicht ein, daß ein Körper, der auch specifisch schwerer als das Flüssige z. B. als das Wasser ist, zum Schwimmen könne gebracht werden dadurch, daß man an ihm so viel von einem leichtern Körper befestigt, oder daß man ihn in einen so grossen Raum ausdehnt, daß das ausgedrückte Wasser mehr wiegt, als der Körper selbst. — So schwimmen z. B. Menschen auf Blasen, vermittelst der Schwimmgürtel, Wasserharnische, oder Skaphander rc. - hohle gläserne und metallene Kugeln, Bouteillen, Schiffe, u. s. w. auch sieht man daraus leicht ein, die Möglichkeit eines Luftschiffes u. s. w.

104.

IX. Wird ein leichterer Körper mit Gewalt unter Wasser getaucht, so wird er vom Wasser, das ihn umgiebt, in die Höhe getrieben, mit einer Geschwindigkeit, die der Differenz der grössern respektiven Schwere des Wassers gleich ist. . . Und da die Kraft, welche den Körper in die Höhe steigen

macht,

macht, stäts wirket, so lange der leichtere Körper ganz untergetauchet ist, so wird die Bewegung derselben nothwendig gleichförmig beschleunigt.

Auf die angeführten Gesetze gründet sich

105.

Die Erklärung —

folgender Erscheinungen

1. Warum ein Schiff, das grosse Lasten trägt, nicht untergehe,

2. Wann, und wie ein Thier im Wasser schwimme (Kunst zu schwimmen B. J. Bachstrom. Berl. 1742.).

3. Was das Verhältniß der specifischen Schwere zum Flug der Vögel beitrage.

4. Wie die Fische im Wasser auf= und absteigen.

5. Warum die Ertrunkenen anfangs untersinken, und nach einiger Zeit, wenn die Fäulung anfängt, wieder in die Höhe kommen.

6. Woher die Erscheinungen, des Cartesianischen Teufelchens (Doemunculus Cartesianus) u. s. w.

106.

Eben auf diesen Gesetzen gründet sich die Einrichtung der

1. Aräometer, Hidroskopen (Araeometra, Baryllia, Hygrobaroscopia, Hydrometra) und

2. der **hidrostatischen Wagen.**

Aräometer (Maaß der Dünne) ist ein Werkzeug, durch dessen Einsenkung in flüssige Materien, man die Verhältnisse der Dichten, oder specifischen Schweren dieser Materien bestimmen kann.

* Vom besondern Gebrauch derselben heißt dieses Werkzeug Bier= Wein= Solwage, Salzspindel ꝛc.

107.

Die Theorie derselben ist in diesen Sätzen enthalten.

I. Wenn ein Aräometer von unverändertem Gewichte in zweierlei flüssige Materien eingesenkt wird, so verhalten sich die Dichten dieser Materien umgekehrt wie die Räume, um welche sich das Aräometer eingesenkt hat.

II. Wenn ein Aräometer in zweierlei flüssige Materien bis zur gleichen Tiefe eingetaucht wird, so verhalten sich die Dichten dieser Flüssigen, wie die Gewichte, die man in beiden Fällen dem Aräometer hat geben müssen, um es gleich tief einzusenken.

* Jeder dieser Sätze veranlaßte eine besondere Einrichtung der Aräometer: natürlich ist jene vorzüglicher, welche sich auf den lezten Satz gründet, weil sich die Gewichte leichter, als die Räume bestimmen lassen.

** Nach Fermat (Opera mathemat. Tolosae. 1679.) ist schon im vierten Jahrhundert etwas

dem

dem Aräometer ähnliches unter dem Namen *Baryllion* bekannt gewesen. Thölden soll in seiner Halographie von 1603 der Solspindel, die aus einem hölzernen Cilinder unten zugespitzt, und mit Blei eingegossen bestand, als einer bekannten Sache gedenken (Leupold Theatr. Stat. vni. P. II.). Die gewöhnliche Art der neuen Aräometer ist jene des Boile's, welche auf den I. Satz beruhet; dieser ist aber eine andere z. B. jene des Hrn. Pfarrers Hahn, welche sich auf den II. Satz gründet, vorzuziehen. — Wir zeugen diese Werkzeuge vor, und machen Versuche damit.

108.

Die hidrostatische Wage.

Diese ist ein Werkzeug, durch dessen Hilfe wir die verschiedenen eigenthümlichen Schweren sowohl der flüssigen, als festen Körper sehr genau untersuchen können. Der Unterschied der hidrostatischen von der gemeinen Wage ist nur darinn, daß jene empfindlicher, feiner, und zur Abwägung der Körper im Flüssigen bequemer eingerichtet ist.

Branders hidrostatische Wage leistet die besten Dienste. (Beschreibung einer neuen hidrostat. Wage von Georg. Fr. Brander Augsb. 1771 — Lentman von den Wagen, und einigen neuen statischen Erfind. in Crells Chemi. Arch. II. B. S. 229.)

109.

Wiegt man einerlei feste Körper in verschiedenen flüssigen Materien ab, so giebt das, was der Körper jedesmal vom Gewichte verliert, das Gewicht des Flüssigen, unter dem nemlichen Inbegrif, den der eingesenkte Körper hat. — Da kann man denn die verschiedenen Flüssige in Hinsicht ihres eigenthümlichen Gewichtes untereinander vergleichen, und finden, wie gewichtig ein gewisser dem körperlichen Inhalt nach gegebener Theil einer flüssigen Materie sei.

* Man bedient sich zum Einsenken eines gläsernen eiförmigen Körpers, der hohl, und mit Quecksilber nach Belieben zu beschweren ist.

110.

Auf gleiche Weise lassen sich die eigenthümlichen Schweren der festen Körper finden. Man verfertigt sich z. B. gleich grosse Würfel von verschiedenen Materien, bringt jeden, vor dem Einsenken in das Wasser, mit einem Gewicht an der Wage ins Gleichgewicht, und senkt hernach das würflichte Stück in das Flüssige, ins Wasser. — Das Gleichgewicht wird nun natürlich aufgehoben; dadurch aber wieder hergestellt, wenn man so viel Gewicht in die Schaale legt, als das Gewicht einer gleich grossen Menge des Wassers beträgt. — Da verhält sich denn das eigenthümliche Gewicht eines festen Körpers zum eigenthümlichen Gewichte eines Flüssigen, wie das Gewicht des festen Körpers zu dem, was er am Gewichte in dem Flüssigen — im Wasser verliert. — Darnach

lassen

lassen sich die eigenthümlichen Gewichte oder die specifischen Schweren der festen, und der flüssigen Körper untereinander vergleichen, wie es aus dem nachstehenden Verzeichniß erhellet. Das Gewicht des Regenwassers ist = 1. Ein Cubikschuhe Wassers beträgt nach rheinländischem Maaße ohngefähr 64 Pfund.

III.

Verzeichniß

der verschiedenen eigenthümlichen Schweren der festen, und flüssigen Körper (a).

Metalle.

Das feinste Gold	19, 640
Dukatengold gegossen	17, 01754
stark geschlagenes Gold	18, 588
feines gegossenes Silber	11, 091
geschlagenes	10, 500
Platina	15, 52666
die gereinigste (nach Grafen Sickingen)	21, 211
Japanisches gegossenes Kupfer	8, 3333
geschlagenes	8, 7840
gegossener Messing	8, 0000
geschlagener	8, 349
rohes Spießglas	4, 000

(a) Aus Muschenbroeks Introd. ad phil. natur. p. 536.

dreimal gereinigter Spießglaskönig	6, 852
gegossener Wißmuth	9, 700
der beste Stahl weich	7, 7679
weich Eisen	7, 6000
reines Quecksilber	14, 000
511mal destillirtes	14, 110
Einmal dest. Quecksilber	13, 570
sehr reines engl. Zinn aus Malacca	7, 331
deutsches sehr reines Blei	11, 4451
goßlarischer Zink	7, 215

Steine.

Demant	3, 4736
Achat	2, 628
Hiacinth	2, 631
Jaspis	2, 666
Saphir	3, 526
Turmalin	3, 2222
Schmaragd	2, 777
Selenit	2, 322
gemeiner Kiesel	2, 542
der reinste Quarz	2, 763
Chines. Porzellän	2, 363
Bergkristall	2, 650

Gewächse. (*)

Tannenholz	0, 550
Erlenholz	0, 755

rothes

(*) Um die Untertauchung der leichtern Körper zu bewirken, befestigt man an die leichtern schwerere, deren specif. Schwere schon untersucht ist.

rothes Brasilienholz	1, 031
Kirschholz	0, 715
Haselnholz	0, 600
Buchenholz	0, 852
Fernambukholz	1, 014
Apfelholz	0, 793
Pappelnholz	0, 783
Birnenholz	0, 661
Weidenholz	0, 585
Lindenholz	0, 604
Pfropfholz	0, 240
Holzasche	0, 930

Thierische Körper.

Rindsknochen	1, 656
Elfenbein	1, 826
Austerschalen	2, 092
Perlmutter	2, 480

Verschiedene Körper.

Bernstein	0, 040
Morgenländ. Bezoar	1, 530
Versteinert Holz	2, 341
Rothe Corallen	2, 689
Weiße	2, 500
Unächte	2, 605
Bleiweiß	3, 156
Rothes Quecksilber	13, 593

Flüssige Materien.

Regenwasser	1, 000
destillirtes Wasser	0, 993

Quell- und Bronnenwasser	0, 999
Flüßend Wasser	1, 009
Seewasser	1, 030
Weinessig	1, 011
Kuhmilch	1, 030
Leinöl	0, 932
Baumöl	0, 913
Brantewein	0, 9855
Burgunderwein	0, 935
Mallaga	1, 0159
Moseler	0, 916
Rheinwein	0, 9995

* Weil alle Körper durch die Hitze ausgedehnt und durch die Kälte zusammengezogen werden (wovon in der Abhandl. vom Feuer); so folgt, wie es Homberg und hernach Eisenschmidt angemerket haben, daß die absolute Schwere eines Cubikzolles aller Arten von Körpern im Sommer und Winter gar merklich verschieden seien. (*) Indeß ist der Unterschied bei Flüssigen alsdann erst merklich, wenn dieselben sehr kalt oder sehr warm sind.

(*) Sinnliche Darstellung im Wasserthermometer.

** Die Ungleichheit ähnlicher Verzeichnisse, welche man bei verschiedenen Naturforschern findet, mag wohl daher rühren, weil die Reinheit des Wassers nicht überall, oder nicht immer gleich ist.

112.

Die Anwendung der Hidrostatik —

Hat Boile gezeigt. — Etwas davon: 1. dienen die Gesetze der Hidrostatik die eigenthümlichen Schweren aller Körper, besonders auch der Fossilien, und dadurch dieser ihre Verschiedenheit zu bestimmen —
— — —

* Man lernt dadurch die Edelsteine zu unterscheiden, ob sie rein, oder mit fremdartigen Theilen vermischt — ob sie natürlich, oder durch Kunst nachgemacht sind — Eine solche Erforschung, und Entdeckung ist sehr wichtig für Naturkündiger, Chemiker, Juweliers, und Bergwerksverständige. — Vielleicht ließe sich auf die nemliche Weise die Aechtheit der Chinarinde bestimmen?

2. Da der Unterschied des Quecksilbers in Hinsicht auf eigenthümliche Schwere nach dem Reinigunggrade von 13 bis 14 geht (n. 110.) so lernt der Naturforscher die Nothwendigkeit, darauf bei Verfertigung der Barometer Rücksicht zu nehmen, und in Wettertabellen die Schwere des Quecksilbers anzuzeigen.

3. Die Grösse des Druckes auf einen Damm läßt sich aus dem, was wir oben sagten, leicht berechnen. Man multiplicirt denjenigen Theil, der unter Wasser steht, mit der Hälfte der Höhe, und dieses Produkt abermal mit 64 Pfund; denn soviel wiegt ein Cubikschuhe Wassers. — Z. B. wir wollen setzen, der Damm sei der Länge nach = 20 Fuß, und befinde sich 5 Schuhe tief unter Wasser; so ist der Inhalt

des

des Theiles unter dem Wasser = 100 Quadrafuß; wird dieses mit $2\frac{1}{2}$ als der halben Tiefe multiplicirt, so erhält man 250 Kubikfuß; und wenn diese abermal in 64 multiplicirt werden, so ist, 16000 Pfund die Grösse des Druckes auf den Damm.

4. Weiß man das Gewicht eines Körpers, so läßt sich die Grösse desselben dadurch finden, daß man das gegebene Gewicht durch die eigenthümliche Schwere des Körpers in dem Verzeichniß (n. 110) dividirt; der Quotient ist die verlangte Grösse. denn D ist $= \frac{M}{V}$ (n. 17. I. erste Abhandl.). also

$$V = \frac{M}{D}.$$

5. Wenn man die Grösse, und das Gewicht eines Körpers weiß, so kann man seine eigenthümliche Schwere also finden, daß man das Gewicht durch die Grösse dividirt $D = \frac{M}{V}$.

* Dieses Gesetz führte den Archimedes auf die Entdeckung, aus wie viel Gold und Silber die Krone des Königs von Sirakus Hiero bestanden, beiläufig also! es sei A M B L ein mit Wasser bis an D C gefülltes Gefäß, und die hineingelegte Masse des Goldes = dem Gewichte der Krone, mache, daß das Wasser bis an F trete. — Hierauf werde der Versuch mit dem Silber wiederholt; man bringe, Silber = dem Gewicht der Krone, in dieses Gefäß, das Wasser erhebe sich bis G. Wenn nun das Gefäß über G in gleiche Theile getheilt, und D F = 11 solcher Theilchen D G aber = 19 derselben ist; so folgt, daß die Grösse des Goldes und Silbers sich wie D F zu

D G

D G, und mithin die eigenthümliche Schwere wie D G zu D F sich verhalten — — — Es werde nun die Krone hineingelegt — das Wasser steige bis E, so, daß E = 13. — Woraus das Verhältniß des Inhaltes des Goldes und Silbers zu einander, aus dem die Krone wirklich besteht, unschwer zu finden. u. s. w.





Inhalt der zweiten Abhandlung.

I. Von den verschiedenen Bewegungsgesetzen.

1. Begriffe von den mancherlei Bewegungsarten.

2. Gesetze der verschiedenen Bewegungsarten.

a. Gesetze der gleichförmigen Bewegung.

b. Gesetze der gleichförmig beschleunigten, und gleichförmig abnehmenden Bewegung.

3. Gesetze der Bewegung über die schiefe Ebene.

4. Gesetze der Bewegung in Fällen, wo die Richtung bewegter Körper abgeändert wird.

a. durch das Mittelding — von der gebrochenen Bewegung.

b. durch den Gegenstand, auf den der bewegte Körper auffällt — von der abgeprällten Bewegung.

c. durch den Anstoß — von der Stoßbewegung, elastischer und nichtelastischer Körper.

d. durch die Schwere — 1. Von der Bewegung geworfener Körper. 2. Von der Schwungbewegung. 3. Von der Bewegung um einen Schwerpunkt.

II. Anwendung der Bewegungsgesetze auf die Statik.

1. Vorbegriffe.

2. Vom Schwerpunkte.

3. Weise den Schwerpunkt in regalären Körpern zu finden.

4. Hauptgesetz.

5. Begrif von der Mechanik, von den Maschinen, Grundmaschinen, zusammengesetzten Maschinen ꝛc.

6. Vom Hebel — von der Wage, Arten, Vollkommenheit und Mängel der Wagen.

7. Von der Rolle.

8. Von dem Rade an der Welle.

9. Von der schiefliegenden Fläche.

10. Vom Keil.

11. Von der Schraube.

12. Von der Reibung, dem Haupthinderniß der Bewegung der Maschinen.

13. Theorie der Räder.

III.

III. Anwendung der Bewegungsgesetze auf Hidrostatik.

1. Vorbegriffe.

2. Vom Gleichgewichte der flüssigen Körper unter sich selbst —

a. Gesetze des Druckes der Flüssigen auf den Boden der Gefässe verschiedener Art.

b. Gesetze des Druckes der Flüssigen anf die Seiten der Gefässe.

c. Wirkungen des üngleichen Druckes einer flüssigen Masse bei Vermischung flüssiger Wesen von verschiedener Dichte — in der Wellenbewegung.

3. Vom Gleichgewichte der flüssigen Körper mit den festen.

a. Gesetze — wenn ein Körper eine gleiche Schwere mit dem Flüssigen hat, — wenn er schwerer und endlich wenn er leichter ist, und in das Flüssige getaucht wird.

b. Vom Aräometer.

c. Von der hidrostatischen Wage.

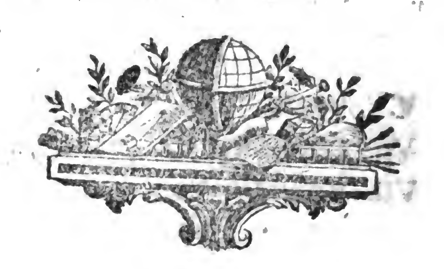
d. Vom Gebrauche beider Werkzeuge vornehmlich der hidrostat. Wage. zur Erfindung der specifischen Schwere der Körper.

4. Noch besondere Nutzen der Hidrostatik für das gemeine Leben.

Sätze
aus allen Theilen
der Philosophie,

welche im August 1789 auf der Universität zu Dilingen in einer öffentlichen Prüfung vertheidigen wird

der hochwohlgebohrne Reichsfreiherr
Clemens Adelmann
von Adelmannsfelden.



Dilingen,
gedruckt bei Bernhard Kälin, hochfürstl. bischöflichen Universitätsbuchdrucker und Buchhändler.
1789.

Gegenstände

für die Vormittagsstunden

I. Logik,
II. Metaphisik,
III. Mathematik,
IV. Moralphilosophie,

für die Nachmittagsstunden

V. Phisik,
VI. Oekonomie,
VII. Aesthetik,



I.

Die Vernunftlehre.

Sie kann wohl nichts bessers thun, als wenn sie uns bekannt macht

1. Mit den Kräften, die uns gegeben sind, die Wahrheit zu suchen, zu finden, zu gebrauchen, mitzutheilen;

2. Mit den zuverlässigen Merkmalen des Wahren;

3. Mit den Hindernissen, die dem rechten Gebrauche jener Kräfte und dieser Merkmale im Wege stehen;

4. Mit dem Erwerb des Verstandes, der sich durch den rechten Gebrauch der genannten Kräfte rc. machen läßt;

5. Mit einigen Kunstgriffen, die uns das wirkliche Suchen, Finden, Brauchen, und Mittheilen der Wahrheit erleichtern.

Kräfte, die Wahrheit zu suchen und zu finden.

2.

Die Kräfte, die Wahrheit zu suchen und zu finden, oder die Erkenntnißvermögen sind

Erstens: das sinnliche Wahrnehmungsvermögen, ohne welches die ganze Schöpfung für uns nicht da wäre, und alle Vernunftfähigkeit des Menschen unentwickelt bliebe;

Zweitens: das Beobachtungsvermögen seiner selbst, dessen, was in unserm Innern, Innersten vorgeht, ohne welches die edelsten Thätigkeiten des Menschen undenkbar wären;

Drittens: die Belehrungsfähigkeit des Menschen, durch Zeugnisse, Unterricht ꝛc ohne welche sich keine Bildung weder einzeler Menschen, noch des ganzen Geschlechtes denken läßt;

Viertens: die Kraft des gesunden, allgemeinen Menschenverstandes, und

Fünftens: die Kraft des geschärften Nachdenkens.

3.

Von der Kenntniß dieser Kräfte führt uns die Vernunftlehre zur Kenntniß der Merkmale des Wahren, der Criterien des Wahren.

Merkmale

Merkmale des Wahren.

4.

Bei sinnlichen Wahrnehmungen:

a) die Sensation, der wirkliche Eindruck auf meine Sinne, die wirkliche Aenderung in dem Organ,

b) die Wahrnehmung dieser Sensation, und

c) das klare bleibende Bewußtsein dieser Wahrnehmung machen für uns das zuverlässige Criterium der sinnlichen Idee aus.

Sobald wir aber zur Ueberzeugung kommen, daß eine sinnliche, folglich keine Traumgestalt, kein Spiel der Einbildungskraft, keine erschlichene Idee, und keine selbstgebildete der Vernunft sei: so wird von uns nach einem Gesetze unserer Natur, das man das Gesetz des allgemeinen Instinktes nennen kann, das Dasein der Dinge außer uns vorrausgesetzt.

5.

Bei Beobachtungen dessen, was in unserm Innern vorgeht.

Das klare, wirkliche Selbstbewußtsein der gemachten Selbstbeobachtung ist für uns ein zuverlässiges Criterium der Thatsachen, die sich in uns ereignet haben. Das Ereigniß also, das aus dem Selbstbewußtsein unmittelbar und zuverlässig erkennbar ist, muß

a) Ereigniß (factum) in unserm Innern,

b) ein selbstbeobachtetes Ereigniß,

c) und ein solches Ereigniß sein, von dessen hinlänglichklarer Selbstbeobachtung ein hinlänglich klares Selbstbewußtsein wirklich in der Seele existiret.

6.

Bei Zeugnissen:

Wenn wir nach ruhiger, wahrheitliebender, scharfer Prüfung der angeführten Beglaubigungsgründe irgend eines Zeugnisses von einer bedeutenden Begebenheit, weder an der Redlichkeit und Einsicht des Zeugen, noch an Aechtheit, dem Inhalte, und dem Sinne des Zeugnisses etwas bemerken, gegen das sich unser durch Fehltritte, Selbstbeherrschung, Wahrheitsliebe, mancherlei Erfahrungen, und Nachdenken geleitetes Gefühl der Glaubwürdigkeit empöret: so ist eben dieses Gefühl der Glaubwürdigkeit, das uns zum Beifalle neigt, in diesem so bestimmten Falle für uns das zuverlässige Zeichen, daß unser Fürwahrhalten der Würde unserer Natur, und dem Zweck unseres Hierseins angemessen, das heißt, vernünftig sei.

7.

In Sachen des gesunden Menschenverstandes.

Was alle nachdenkensfähige, und im Nachdenken

ken nicht ganz ungeübte, durch keine Art von Grübelei verwirrte, und durch keine Ausbrüche, oder leisere Regungen irgend einer Leidenschaft zum geraden Anblick der Wahrheit untauglich gemachte Menschen, auf die einfältigste Darstellung der Sache, ohne scientifisches Bewußtsein der zureichenden Gründe — geradezu als wahr, gut, schön, wirklich halten würden, das kann man als etwas ansehen, dessen Wahrheit, Güte Schönheit, Wirklichkeit durch das Orakel des allgemeinen, gesunden Menschenverstandes würde unwidersprechlich bestätiget werden, wenn alle gesunddenkende ihr Urtheil mit einer siegenden Ueberzeugungskraft abgeben könnten und wollten.

In so ferne wir nun solche Dinge, die wahr, gut, schön, wirklich sind, nach geradem Anblicke der Dinge für gut, wahr, schön, wirklich halten, in so ferne ist dieses Ausspruch der gesunden Vernunft in uns: in so ferne der Ausspruch der gesunden Vernunft eines jeden mit dem Urtheile aller gesunddenkenden übereinkommt, in so ferne ist er Ausspruch der allgemeinen gesunden Menschenvernunft.

8.

Bei Gegenständen der spekulativen Vernunft.

Das Einerlei oder Nichteinerlei, das ein unbefangener, geübter Blick, in wahren, hinlänglich aufgehellten, und hinlänglich miteinander verglichenen Grundsätzen helle erblicket, ist kein scheinbares, sondern ein reeles Einerlei oder Nichteinerlei. Dieser helle Blick auf das helle vorliegende Einerlei oder

Nichteinerlei ꝛc. ist also das Merkmal, an dem wir die Richtigkeit der spekulativen Erkenntnisse — zuverlässig erkennen.

9.

Nebst diesen Kennzeichen des Wahren nennt die Vernunftlehre auch die Kennzeichen des Wahrscheinlichen und Grade desselben.

Die Hindernisse in Erkenntniß des Wahren.

10.

Sind Erstens: unzählige Einflüsse des Herzens auf den Verstand, die der wahren Erkenntniß im Wege stehen;

Zweitens: unzählige feinere, oder gröbere Vorurtheile.

Die bedeutendsten von beiden nahmhaft zu machen, und ihre nachtheilige Einflüsse auf Irrleitung des Verstandes ꝛc. zu bestimmen, ist ein eigenes, wesentliches Geschäft der bessern Vernunftlehre.

Der Erwerb des Verstandes.

11.

Durch Gebrauch der Erkenntnißkräfte und der Merkmale des Wahren, besonders auch durch Hinwegräumen der Hindernisse in Erkenntniß der Wahrheit, und vorzüglich durch treuen Gebrauch der schon erkannten Wahrheit erlangen wir

I. Einige, gewisse Kenntnisse,

II.

II. Viel ungewisse, mehr oder weniger wahrscheinliche.

* Hieher das Kapitel von der Affection der menschlichen Kenntnisse, von den Grenzen der menschlichen Vernunft.

Einzele Kunstgriffe

12.

Im Suchen, Finden, Brauchen, Mittheilen der Wahrheit können aus der Vernunftlehre für Menschen wie sie sind II Theil herausgefragt werden.

II.

Metaphisik.

A. Die Ontologie

Untersuchet, und suchet zu nennen, festzusetzen, zu erweisen, zu erläutern

1.

Die **Begriffe** von Bestimmungen, die **jedem Dinge an sich** betrachtet zukommen, und die allerersten Grundsätze unsers Denkens;

2.

Die Begriffe von **Beziehungen**, **Relationen**, die aus der **Vergleichung** mehrerer Dinge entstehen;

3.

Die Begriffe von **Wirken**, **Leiden**, **Ursache**,

Abhängigkeit, Kraft, Ordnung, 2c. die wir erhalten, wenn wir den Zusammenhang der Dinge untereinander betrachten.

4.

Denn, wenn alle diese Begriffe aufgezählt, entwickelt, bestimmt, und ihre Möglichkeit und Allgemeinheit erwiesen ist: so hat diese Wissenschaft ihren Zweck vollkommen erreichet.

B. Die Psichologie

Lehret a. die Natur der menschlichen Seele und b. die Gesetze, nach welchen sie wirket, kennen.

2.

Wir führen beruhigende Gründe an für die Einfachheit der menschlichen Seele;

3.

Für die Unsterblichkeit der menschlichen Seele;

4.

Für die Freiheit der menschlichen Seele, und

5.

Für die Würde und Erhabenheit der menschlichen Seele über die Seelen der Thiere.

6.

Die Seele ist mit dem Körper auf das engste ver-

verbunden; es herrschet gegenseitige Einwirkung und Uebereinstimmung zwischen beiden: in dieser Harmonie, Simpathie sind die meisten psichologischen Gesetze gegründet.

7.

Wir nennen und erläutern folgende:

1. das Gesetz der sinnlichen Ideen,

2. das Gesetz der Wiedererweckung der Ideen, und des Wiedererkennens der erweckten,

3. das Gesetz der Association der Ideen,

4. das Gesetz von der willkührlichen Direktion des Körpers,

5. das Gesetz vom Einflusse der menschlichen Seele auf das Verdauungsgeschäft u. d. gl.

6. das Gesetz der Herrschaft zwischen Seele und Leib im ruhigen gesunden Zustande,

7. das Gesetz der Herrschaft zwischen Seele und Leib im unruhigen verdorbenen Zustande,

8. das Gesetz der Vorhersehung und Ahnung,

9. das Gesetz des Begehrens und Verabscheuens.

C. Die natürliche Theologie

Ist gewisses Erkenntniß Gottes aus Vernunftgründen.

2.

a. Sie erweiset aus beruhigenden Gründen das Dasein Gottes;

b. sie entwickelt aus dem Begrif des Unendlichen die Eigenschaften Gottes; und

c.

c. zeigt die Verbindung Gottes mit der Welt.

3.

Die Vorstellung, welche wir von Gott haben, führet uns auf unumschränkte Macht, höchsten Verstand und vollkommensten Willen Gottes.

4.

Die Unendlichkeit des göttlichen Verstandes und Willens schließt in sich Weisheit, Heiligkeit, Gerechtigkeit, Güte — welche alle Grenzen verkennen.

5.

Gott ist Schöpfer, Erhalter und Regirer der Welt.

6.

Wunder stehen weder mit der Allmacht noch mit der Weisheit Gottes im Widerspruche, — Wunder sind in aller Rücksicht möglich.

7.

Der Begrif von Gott und die ganze Schöpfung setzen außer allen Zweifel, daß Gott ganz gut sei in sich und ganz gut gegen die Menschen.

8.

Darauf gründet sich unsere Behauptung von der besten Welt; und

9.

Darinn findet die leidende Menschheit lindernde Beruhigung.

III.

Säße
aus der Arithmetik Algebra und Geometrie.

1.

In der Arithmetik wird alles abgehandelt, was zu den zwei Hauptänderungen der Addition und Subtraktion gehört, von welchen die Multiplication und Division Corollarien sind.

2.

Alle Gattungen der eben genennten Rechnungsarten mit Decimalbrüchen.

3.

Entwickeln wir die Natur der gemeinen Brüche, geben davon die Anweisung, wie dieselben müssen bearbeitet, wie sie auf Decimalbrüche und wie die Decimalbrüche auf gemeine müssen reducirt werden.

4.

In der Algebra zeigen wir, wie die ersten Hauptänderungen die Addition, Subtraktion, und die daraus folgende Multiplication und Division müssen verrichtet werden.

5.

5.

Wird erklärt, wie man Buchstaben- und Zahlengrössen zu beliebigen Potenzen erhebt.

6.

Wie man aus denselben die beliebigen Wurzeln aushebt.

7.

Wird gezeigt, wie man die Gleichungen vom ersten Grade auch mit mehrern unbekannten Grössen, ferners wie man die Gleichungen vom zweiten Grade, und verschiedene Aufgaben auflöst.

8.

Schreiten wir zu den Verhältnissen, Proportionen, und Progressionen;

9.

Wo wir die Natur der Regel *de tribus*, die Natur der Logarithmen entwickeln, und die Rechnungsarten mit denselben zeigen.

10.

In der Geometrie wird gezeigt, in wie vielen Fällen zwei Dreiecke einander können gleich sein.

11.

Werden erläutert die Eigenschaften der Parallellinien, und die darauf sich gründenden Lehrsätze.

12.

12.

Unter welchen auch der Hauptlehrsatz vom Pythagoras von dem Quadrate, welches über die Hipothenuse errichtet ist, bewiesen wird.

13.

Eine Linie, die aus dem Centrum eines Cirkels auf eine Senne perpendicular errichtet wird, halbieret selbe, und ihren Bogen.

14.

Ein Winkel, der im Centrum seine Spitze hat, ist doppelt so groß als ein anderer, der seine Spitze in der Peripherie hat, und auf dem nemlichen Bogen mit dem Centralwinkel steht: woraus wir noch verschiedene Corollarien ziehen.

15.

Ein Winkel, den eine Senne mit dem Tangenten macht, ist gleich dem Winkel, welcher in dem der Senne entgegengesetzten Segmente steht.

16.

In jedem regulären Vielecke giebt es einen Punkt, der von allen Ecken des Vielecks gleich weit entfernt ist, wir zeigen auch, wie man die Grösse des Poligon- und Centralwinkels findet.

17.

Wird gezeigt, wie man die Oberflächen der ebenen Figuren findet.

18.

Wird bewiesen, daß in dreien Fällen die Dreiecke einander ähnlich seien.

19.

Woraus man verschiedene schöne Corollarien zieht, in Betref des rechtwinklichten Dreieckes, und unter andern beweisen wir noch auf eine besondere Art, daß das Quadrat der Hipothenuse gleich sei den Quadraten der Seiten.

20.

Die Peripherien ähnlicher Figuren verhalten sich gegeneinander wie ähnlich liegende Seiten, oder wie ähnliche Dimensionen.

21.

Die Flächen ähnlicher Figuren verhalten sich wie die Quadrate ähnlicher Seiten.

22.

Da die praktische Geometrie auf die Aehnlichkeit der Figuren sich größten Theils gründet, so zeigen wir auch, wie eine ganze Flur auf verschiedene Arten müsse abgemessen, und zu Papier gebracht werden.

23.

In der Geometrie der Körper zeigen wir, wie man die Oberfläche eines Prisma, eines aufrechten Cilinders, einer Piramide, eines regulären geometrischen Körpers, und ihre Soliditäten erhalte.

24.

Die Oberfläche einer Kugel ist gleich der Oberfläche des um sie beschriebenen Cilinders: woraus noch verschiedene lehrreiche Corollarien fließen.

25.

Die Oberflächen regulärer gleichnamiger körperlicher Vielecke sind untereinander wie die Quadrate ähnlicher Dimensionen.

26.

Die Soliditäten ähnlicher Körper sind untereinander wie die Cubi ähnlicher Dimensionen.

27.

Wenn ein Cilinder und ein Kegel den größten Cirkel einer Kugel zu ihrer Grundfläche und den Diameter zu ihrer Höhe haben, so verhalten sich diese drei Körper, der Cilinder, die Kugel und der Kegel gegeneinander wie 3. 2. 1.

28.

In den Trigonometrie wird gezeigt, daß die Sinus der Winkel seien, wie die den Winkeln entgegengesetzte Seiten,

29.

Daß sich die größte Seite in einem Dreiecke zu der Summe der zwei übrigen verhalte, wie die Differenz derselben zur Differenz der Stücke, in welche die Grundlinie durch die aus dem ihr entgegengesetzten Winkel gezogene Perpendikularlinie getheilt wird.

30.

Daß in jedem Dreiecke sich die Summe zweier Seiten zu ihrer Differenz verhalte, wie der Tangent der halben Summe der diesen Seiten entgegengesetzten Winkel zu dem Tangenten der halben Differenz eben dieser Winkel.

31.

Es wird gezeigt, wie die Trigonometrie auf die praktische Geometrie könne angewendet werden in Auflösung der Dreiecke:

32.

Zeigen wir auch einige Eigenschaften von den Kegelschnitten, welche sind der Cirkel, die Ellipse, die Parabel, die Hiperbel.

IV.

Sätze aus den Vorlesungen über die Moralphilosophie.

1.

Da viele Menschen sich, und ihren Schriften, Lehren, Handlungen, den Namen Philosoph, Philosophie, philosophisch, beilegen, und diese Menschen, nicht nur mit den Denkarten, Schriften, Lehren, Handlungen ꝛc. anderer Menschen, sondern mit sich selbst, und ihren Meinungen ꝛc. im Wider-

sprüche

spruche stehen: so haben wir Gründe genug, 1) nüchtern im Gebrauche dieses Wortes, und eifriger für die Sache, als das Wort zu sein; 2) den Ehrentitul, Philosoph, nur dem beizulegen, von dem wir überzeugt sein können, daß er die Weisheit lieb hat, und werth ist, ihr Freund zu sein.

2.

Weise sein ist etwas ganz anders als Wähnen, und ungleich mehr, als Wissen. Weise verdient nur der genennt zu werden, der nach Zwecken, und Mitteln redlich forscht, die würdigern Zwecke und tauglichern Mittel helle genug erkennet, und diese zur Erreichung jener treu anwendet.

3.

Also ist wahre Vollkommenheit, und was daraus entsteht, wahre Glückseligkeit des Menschen, das einzige würdige Object der Philosophie, und die Beförderung derselben der einzige würdige Zweck aller Philosophie.

4.

Aus den Lehren, die man philosophische, oder deutlicher: Weisheits- und Glückseligkeits-Lehren nennen kann, lassen sich jene, die unmittelbar die innere, wahre, dauerhafte Glückseligkeit des Menschengeistes zum Objecte, und die Beförderung dieser zum Zwecke haben, von den übrigen absondern. Die Sammlung dieser Lehren heißt

uns" Unterricht in der Moralphilosophie „ — das Wort im engen Sinne genommen.

5.

Dieser Unterricht in der Moralphilosophie, oder Glückseligkeitslehre im engen Sinne des Wortes genommen, (wenn sie anders die Menschen will gut, und weise machen helfen, wie es ihr Zweck ist, oder wenigst sein soll), muß jene Wahrheiten zu Grunde legen, die bei aller Besserung der Menschen nothwendig zu Grunde gelegt werden müssen.

6.

Jede Wissenschaft, die diese Wahrheiten entweder kalt vorbeigeht, und für unentbehrlich hält, oder den vernünftigen Glauben des Menschen daran erschüttern will, und doch ihrem Berufe, und Vorgeben nach, die Menschen gut, weise, und glücklich machen will, verfehlt ihres Zweckes, und schändet, entweder aus Ignoranz, oder aus irregeleiteten Willen ihrer Lehrer und Schüler, ihren hohen Beruf.

7.

Die Grundwahrheiten aller Besserung des Menschen sind Wahrheiten von Gott und dem Menschen.

8.

Die Wahrheiten von Gott lassen sich so ausdrücken:

I. Es ist ein Gott.

II. Es ist Ein Gott.

III.

III. Dieser Eine Gott ist höchste Weisheit, Güte, Macht — das heißt: es ist eine **Fürsehung.**

IV. Dieser Eine Gott ist höchste Weisheit, Güte, Macht — nicht etwa bloß für die kurze Linie dieses Menschenlebens hieniden, sondern auch jenseits des Grabes, nach dem Verhalten der Menschen diesseits des Grabes, das heißt: es ist eine **Allvergeltung.**

9.

Die Wahrheiten vom Menschen:

I. Der Menschengeist ist **freithätig**, das heißt, fähig, sich Lob oder Tadel zu verdienen, fähig zur Rechenschaft über gewisse Handlungen, die wir sittliche nennen, gezogen und fähig, dafür belohnt und bestraft zu werden.

II Der Menschengeist ist **unsterblich**, das heißt: seiner Natur nach fähig, ewig fort zu dauern, und nach Gottes allmächtigen Willen ewig fortdaurend.

10.

Den vernünftigen Glauben des Menschen an diese Grundwahrheiten zu stärken, kann die nüchterne Vernunft allerlei bedeutende Gründe anführen, die unter der dreifachen Bedingniß beruhigen können, wenn nemlich 1) die **Vernunft** der Menschen wie immer nüchtern zu sein gelernt hat; wenn 2) die **Wahrheitsliebe** den Aufruhr der gröbern Leidenschaften und Vorurtheile bereits gestillet hat; wenn 3) die **Tugentliebe** durch Beherrschung des Innern, und Ordnung des äußern Lebens, den Geist zum hellern Anblicke der Wahrheit vorbereitet hat.

11.

Nachdem die Grundwahrheiten aller Besserung des Menschen zu Grunde gelegt sind, so wird die grosse Aufgabe der Ethik bestimmt, die eigentlich nur zwei Fragen in sich begreift:

I. Worinn die wahre Glückseligkeit des Menschen bestehe,

II. Wie man dazu gelangen könne.

Erster Theil.

12.

Um die wahre Glückseligkeit des Menschen kennen zu lernen, wird die Freudefähigkeit des Menschen, und die Erfreuungskraft der Dinge zu Rathe gezogen werden müssen; denn es ist nicht um die Glückseligkeit eines Thieres, und nicht um die Glückseligkeit Gottes sondern um die Glückseligkeit eines Menschen zu thun. Auch ist es nicht um eine scheinbare Glückseligkeit, die den Menschen mehr zerrüttet, als ordnet, mehr zerstört, als giebt, sondern um wahre Glückseligkeit zu thun.

Erstes Hauptstück von der Freudefähigkeit des Menschen.

13.

Die Freudefähigkeit des Menschen erhellet erstens aus den erkannten Trieben der Menschennatur.

Alle

Alle Triebe lassen sich auf den **Glückseligkeitstrieb**, den sich die bessern Menschen als unegoistisch, uneigennützig denken, zurückführen.

14.

Der wichtigste Unterschied zwischen Glückseligkeitstrieb und Glückseligkeitstrieb ist der, ob er wohl geordnet, zweckerreichend, oder zweckverfehlend sei.

15.

Wenn der Glückseligkeitstrieb im Menschen vollkommen, wenn er das ist, was er sein kann und soll, so ist Gottesliebe, Menschenliebe, und Selbstliebe im Grunde nur Ein Streben — **Ein vollkommen** Streben der Menschennatur.

16.

Alle Pflichten der Selbstliebe sind also zugleich Pflichten der Gottes- und Menschenliebe.

17.

Alle Pflichten der Gottesliebe sind also auch Pflichten der Menschen- nnd Selbstliebe.

18.

Alle Pflichten der Menschenliebe sind also auch Pflichten der Gottes- und Selbstliebe.

19.

Wie kennen aber die Triebe geleitet werden, daß sie alle Ein vollkommenes, wohlgeordnetes Streben werden?

Durch die **Vernunft**, antworten die Schulen.

20.

Was für eine Vernunft kann aber die Leiterinn, Ordnerinn der Triebe werden, fragen die Tugendfreunde, die nicht aus langer Weile fragen, und die kein Wort fürchten?

Antwort. Nur durch eine solche, die selbst zuerst durch Wahrheitsliebe geleitet, durch Selbstüberwindung gestärkt, durch zarten Sinn gegen alle Winke der Gottheit geordnet worden?

21.

Wie kann denn aber der Vernunft diese Leitung, Stärkung, Ordnung zu theil werden, fragen die Tugendfreunde weiter:

Durch höhere Kräfte (antwortet endlich das Gefühl eigener Schwächen, oder die demüthige, und eben deßwegen wahre Philosophie, die kein Licht verachtet, es mag vom Himmel kommen, oder von der Erde) und durch treuen Gebrauch **aller** dem Menschen gegebenen Kräfte.

22.

Die Freudefähigkeit des Menschen erhellet zweitens aus den erkannten Bedürfnissen desselben.

23.

Bedürfnisse sind zweierlei, Bedürfnisse der Natur, und selbstgemachte.

24.

Es ist wahre Weisheit die niedere Bedürfnisse so einzuschränken, daß die höhern, Vortheile davon haben.

25.

Wer nicht entbehren kann, was angenehm, und nicht dulden, was unangenehm ist, der versteht die grosse Kunst noch nicht, in Befriedigung oder Nichtbefriedigung der Bedürfnisse nicht auszugleiten.

26.

Diese sehr einfache Kunst ist im Grunde einerlei mit der Kunst, die Triebe zu leiten.

27.

Das Gefühl des gegenwärtigen Bedürfnisses ist also kein Kennzeichen von der Güte der Handlung, die mir zum Bedürfnisse geworden.

28.

Die Moral: Folge deinem Herzen ist also äußerst zweideutig — und irreführend, und in mehr als einem Sinne unrichtig.

29.

Die Freudefähigkeit erhellet drittens aus den verschiedenen Gemüths Zuständen des Menschen.

30.

Ein Zustand heißt Seelenruhe und Heiterkeit des Geistes. Wie die Seelenruhe, und Heiterkeit des Menschen, so die Grösse desselben.

31.

Ein anderer Zustand heißt Leidenschaft, herrschender Affect. Die gebietende Leidenschaft zeigt den Menschen in seiner Schwäche, und Zerrüttung.

32.

Und zerrüttet noch mehr — 1. den Verstand, 2. den Willen, 3. den Körper, 4. den ganzen Wirkungskreis des Menschen.

33.

Ein Zwischenzustand heißt: Kampf der Vernunft gegen die Sinnlichkeit.

34.

Dieser Kampf ist ein unentbehrlich Mittel zur Seelenruhe und Heiterkeit des Geistes.

35.

Denn Befriedigung der herrschenden Leidenschaft kann den Menschengeist nicht ruhig, nicht heiter machen.

36.

Und ohne Ruhe, Heiterkeit keine wahre Glückseligkeit des Menschengeistes:

37.

Um die Leidenschaft zu bekämpfen, kann man nicht weniger fodern, als daß sie erkannt werde.

38.

Wer seine Affecte will kennen lernen, der sehe erstens auf ihre Wirksamkeit, zweitens auf ihre Dauer, drittens auf ihre Entschlossenheit im Innern, viertens auf ihre Vermischung unter einander.

39.

Wer seine Affecte will kennen lernen, der betrachte den Weg, den das Herz nimmt, ehe es zur

Befriedigung

Befriedigung des Affectes gelangt, und den Weg den es wandelt nach Befriedigung des Affectes.

40.

Wer seinen Affect will kennen lernen, der durchforsche das Reich der Einbildungskraft, und die Macht der Gewohnheit.

41.

Wer endlich seinen Affect recht will kennen lernen, vergesse nie, daß jede Leidenschaft 1) Lichtscheu, 2) nie allein, 3) vom Minimum schnell und unmerklich zum Maximum fortschreitend sei.

42.

Die Kunst die Leidenschaft zu besiegen ist im Grunde einerlei mit der Kunst die Triebe zu leiten, und in Befriedigung oder Nichtbefriedigung der Bedürfnisse nicht irre zu gehen.

43.

Die Freudefähigkeit des Menschen erhellet viertens aus der erkannten Würde desselben.

44.

Die Würde des Menschengeistes besteht darinn, daß er verständig, freithätig, vervollkommlich, unsterblich, Gottesbild, Religions = und Seligkeitsfähig ꝛc. ist.

45.

Das Seitengemälde von dem Verfall des Menschen giebt dem Bilde von der Würde des Menschen erst **Wahrheit und Sinn.**

46.

46.

Die erkannte Würde des Menschen ist ein Schlüssel zur Erkenntniß der **Pflichten** und wahren **Freuden** des **Menschen**. Was mit der Menschenwürde übereinstimmt ist gut, was nicht damit übereinstimmt, böse.

47.

Die Freudefähigkeit des Menschen erhellet fünftens aus der erkannten Bestimmung desselben.

48.

Die Bestimmung des Menschen kann 1) keine andere sein, als die zugleich seinem Triebe zur Vollkommenheit, und seinem Triebe zur Seligkeit angemessen ist.

49.

Die Bestimmung des Menschen kann 2) keine andere sein, als die der **Würde** des Menschen, und der **Güte Gottes** angemessen ist.

50.

Die Bestimmung des Menschen kann 3) keine andere sein, als die der **Subordination** dieses Lebens gegen das künftige, und die der Erhabenheit der **Religionskraft** über alle übrige Kräfte des Menschen angemessen ist.

51.

Die Bestimmung des Menschen besteht also darinn, daß er in diesem ersten Abschnitte seines Menschenlebens seiner Würde gemäß handle, und die Freuden der Religion genießen lerne; und zur vollkommensten Seligkeit, die dem zweiten Abschnitte aufbehalten

behalten ist, vorbereitet, und denn auch in den Zustand dieser Seligkeit wirklich versetzt werde.

Zweites Hauptstück.

52.

Um nicht irgend einer Sache eine falsche Erfreuungskraft beizulegen, dürfen wir erstens den wesentlichen Unterschied zwischen sittlich gut und böse nicht außer Acht lassen.

53.

Es giebt eine innerliche Güte der Handlungen, die den Handlungen wesentlich, von den Folgen unabhängig, sehr mannigfaltig, und Grund der Gesetzgebung ist — also recht eigentlich fundamentale Güte heißt. Es giebt aber auch einen sittlichen Unwerth menschlicher Handlungen, der in ihrer Natur liegt, von den Folgen unabhängig, und an Art, und Grade sehr mannigfaltig ist.

54.

Die vollständige Güte einer sittlichen Handlung begreift in sich 1) die Güte des Zweckes, und 2) die Güte des Mittels.

55.

Gott über alles lieben, und den Nächsten wie sich, ist die höchste Güte aller menschlichen Handlungen, und Absichten derselben.

56.

Die Sittlichkeit des Menschen verhält sich also wie sein guter, reiner Wille.

57.

57.

Um nicht irgend einer Sache, einer Handlung eine falsche Erfreuungsfähigkeit anzudichten, müssen wir zweitens die untrüglichen vollständigen Kennzeichen einer wahren Menschenfreude richtig kennen, und fleissig anwenden lernen.

58.

Das vollständig untrügliche Criterium aller wahren Menschenfreude ist 1) die Natur der Freude, das heißt, die wesentliche Güte, Uebereinstimmung derselben mit der Würde des Menschen. 2) die Uebereinstimmung der Freude mit der ganzen Lage des Menschen in Betreff der Ursachen, Absichten, Folgen; ihre Verträglichkeit mit höhern Vergnügungen des Menschengeistes, 3) die Güte der Absicht beim Genusse der Freude und die stete Wachsamkeit des Geistes im Genusse, daß die Empfindungen in Ordnung erhalten werden.

59.

Um nicht irgend einer Sache, einer Handlung eine falsche Erfreuungskraft anzudichten, wird es drittens sehr nützlich sein, wenn wir alle Dinge, die auf Wohl oder Wehe des Menschen Einfluß haben, oder es ausmachen helfen, strenge untersuchen und nach ihrem wahren Werthe bestimmen lernen.

60.

Um in der Werthschätzung der Dinge nicht irre geleitet zu werden, können viertens einige allgemeine

zuverlässige,

zuverlässige, theils Axiomen, theils Maximen zur richtigen Schätzung der Dinge angegeben werden.

61.

Nach diesen Axiomen und Maximen lassen sich 1. die Einflüsse der Gesundheit, des Reichthumes, Luxus, der Ehre auf Menschen Wohl oder Menschen Wehe genau bestimmen.

62.

Nach diesen Axiomen und Maximen lassen sich 1. die Einflüsse der Lektüre, der Gelehrsamkeit, der Empfindsamkeit, des Wohlwollens und der Freundschaft auf Menschenwohl und Menschenwehe genau bestimmen.

63.

Nach diesen Axiomen und Maximen lassen sich drittens die Seligkeiten, die der vollkommenen Andacht und der Tugend wesentlich sind, und die Einflüsse, die auch die unvollkommene Andacht und Tugend auf das wahre Wohl des Menschen haben, genau bestimmen.

64.

Nach diesen Axiomen und Maximen lassen sich viertens die Einflüsse der Gesellschaft und Einsamkeit, des Stadt- und Landlebens, des geschäftigen, und häuslichen Lebens, der Agricültur, und des Handels auf Menschen Wohl oder Menschen Wehe genau bestimmen.

65.

Nach diesen Axiomen und Maximen lassen sich die bedeutenden Einflüsse der Leiden, Mängel, Bitterkeiten, des Druckes, der Verfolgungen ꝛc. auf das wahre Wohl der Menschen genau bestimmen.

66.

Um die Erfreuungskraft, der Dinge nicht zu hoch anzusetzen dürfen wir fünftens die Störung Hindernisse im Genusse der Freuden nicht übersehen.

Drittes Hauptstück.

67.

Wenn wir die Natur des Menschen und der Dinge (das heißt: die Fähigkeit des Menschen gut, und froh zu werden, und die Fähigkeit der Dinge zum Gut- und Frohsein des Menschen beitragen;) mit einander vergleichen, so wird es dem gesunden Verstand sehr leicht sein, die Bedingnisse der wahren Glückseligkeit zu nennen.

68.

Die Bedingnisse: das, was die wahre Glückseligkeit des Menschen ausmachen kann, muß 1. seiner Natur nach dauerhaft, 2. nicht an vergängliche Dinge gebunden, 3. Vollkommenheit des Geistes, 4. kräftig genug, uns in allen Zuständen ruhig zumachen, und zuerhalten 5. unzertrennlich

Eins

Eins mit uns selbst, 6. ein unsichtbares Gut sein. Diese Bedingnisse sind wesentlich.

69.

Wer in Hinsicht auf diese Bedingnisse mit guten Menschen eins ist, der mag die wahre Glückseligkeit des Menschengeistes so oder anders definiren, er wird in der Hauptsache mit allen guten Menschen Eins sein, und der Unterschied wird nur an Worten und zufälligen Denkformen haften.

70.

Es ist wirklich einem nachdenkenden ehrlichen Menschen nichts leichters als den wahren Begrif der wahren Glückseligkeit in sich zu finden: obgleich die Ausdrücke der Schriftsteller davon, sehr verschieden sind.

71.

Es mag sich einer bestimmter als der andere ausdrücken. Aber die Eine Hauptsache ist und bleibt die Eine Hauptsache, und es ist vielleicht mühesamer diese Hauptsache ganz zu verdunkeln, als sie klar zu machen, denn Ruhe und Unruhe ist in unserm Innern zu Hause, und die Ursachen davon, sind nicht ferne.

72.

Ohne irgend eine andere Worterklärung verdächtig zu machen, oder verdrängen zu wollen, glaube ich behaupten zu dürfen: es wird wohl kein gesunder Verstand den unglückselig nennen können, der Freude hat an der höchsten Güte, und

um ihretwillen an allem Guten, Wahren; der willig das Gute thut, das er thun kann, getrost das Bessere erwartet, und das Schlimmere um des besten Willen muthig trägt; der endlich durch Freude an allem Guten, durch Erwarten des Bessern, und durch Dulden des Schlimmern täglich reiner und froher wird.

Und diesen nenne ich wahrhaft glückselig und seine ganze Fassung — wahre Glückseligkeit.

V.

Die Naturlehre

Ist das Bemühen der philosophischen Vernunft, aus den Erscheinungen in der Körperwelt ihren Grund zu vermuthen.

2.

Die Erfahrung führet uns in Erkenntniß der Erscheinungen in der Körperwelt, und die Vernunft versucht, den Grund derselben zu entwickeln.

3.

Die Erfahrung ist daher die Führerinn des Naturforschers bei allen seinen Untersuchungen,

und

und die **Grundveste** aller seiner Vermuthungen und Behauptungen.

4.

"Beobachte, mache Versuche, hole Erfahrungen ein,, ist demnach auch des Naturforschers Hauptphilosophie.

5.

Der **Umfang** der Naturlehre ist so weitschichtig, als reich die Natur an Erscheinungen ist, das heißt, unabsehbar groß.

6.

Indessen bringen wir die Bruchstücke unsers Erkennens in der Körperwelt unter einige **Rubriken**, und rechnen zur eigentlichen Naturlehre

I. Die Lehre von den allgemeinen Eigenschaften der Körper,

II. Die Lehre von den verschiedenen Bewegungsgesetzen und deren Anwendung auf die Statik und Hidrostatik,

III. Die Lehre von den chemischen Operationen, den Urstoffen der Körper und ihrer Anzahl, (phisische Chemie),

IV. Die Lehre von den Elementen, in so ferne sie für uns da, und sinnlich sind, nemlich

V. Von der Luft,

VI. Von dem Feuer,

VII. Von dem Wasser,

VIII. Von der Erde,

IX. Von dem Salz,

X. Die Lehren von den Naturalien, in wie weit der Grund ihrer Aenderungen aufgesucht wird.

XI. Die Lehre von unserer Erdkugel (phisische Geographie),

XII. Die Lehre von dem ganzen Weltgebäude (phisische Astronomie),

— Die Lehren von Erscheinungen, welche in den angeführten Rubriken nicht wohl hineinpassen, z. B.

XIII. Von der Elektricität,

XIV. Vom Magnet, — u. s. w.

7.

Der Nutzen der Naturlehre ist sehr ausgebreitet und mannigfaltig. Außer dem, daß sie uns eine nähere Erkenntniß der Natur verschaffet, und dadurch grosse Vortheile für das gemeine Leben gewähret, so giebt sie unsern Begriffen von Gott, von seiner Weisheit, Güte und Macht, Erhabenheit und Schwung.

I. Von den allgemeinen Eigenschaften der Körper.

8.

Unter die allgemeinen Körpereigenschaften zählen wir

Ausdehnung,	Federkraft,
Zusammenhang,	Compressibilität,
Theilbarkeit,	Ausdehnbarkeit,

Un-

Undurchdringlichkeit,	Beweglichkeit,
Porosität,	Schwere.

9.

Wir suchen die Realität der Kräfte in den Körperelementen, zu zeigen, und dieser ihre Hinlänglichkeit zur Erklärung der allgemeinen Körpereigenschaften.

10.

Die Grundkraft der Körperelemente heißen wir Bewegungskraft, und dieser ihre Aeußerungen anziehende, stossende, und bewegende insonderheit.

11.

Wir machen die Gesetze, nach welchen sich diese Kräfte äußern, namhaft.

12.

Die Körper enthalten unter der nemlichen Ausdehnung bald mehr bald weniger Materie: daher die Begriffe von Dicht- und Lockernheit.

13.

Nach dem Grade des Zusammenhanges heißen wir die Körper flüssige oder feste, und diese wieder entweder harte oder weiche 2c.

14.

Die Wirkungen bei Berührung der festen und flüssigen Körper, wie auch

15.

Die Erscheinungen bei den Haarröhrchen haben ihren Grund in den Ziehekräften.

16.

Wir bringen Gründe vor, daß die Ursache der Bewegung in dem bewegten Körper selber liege.

17.

Wir geben die allgemeinsten Bewegungsgesetze an, und versuchen dieselben befriedigend zu erklären.

18.

Wir zeigen die Hindernisse der Bewegung, welche herrühren vom Mittelding, vom Zusammenhang des Mittels, und von der Reibung, und bestimmen die Gesetze derselben.

19.

Die gegenseitige Ziehekraft der Erde und aller Körper, welche im verkehrten Quadratverhältniß der Abstände abnimmt, halten wir für die wahre Ursache der Schwere.

II. Die Mechanik

20.

Ist die Wissenschaft von der Bewegung durch Maschinen.

21.

Wir unterscheiden einfache und zusammengesetzte

gesetzte Maschinen, zu jenen rechnen wir den Hebel und die schiefe Ebene, zu diesen das Rad an der Welle, die Rolle, den Keil und die Schraube.

22.

An jeden Hebel ist alsdann das Gleichgewicht, wenn $P D = p d$: mithin auch alsdenn wenn $P : p = d : D$ ist.

* die Wage ist eine Art von gleicharmigten Hebel: sie kann vollkommen, und sehr mangelhaft eingerichtet sein.

23.

Die Rolle, welche sich um einen festgemachten Polzen drehet, ist ein gleicharmigter; jene aber die mit ihrer Achse beweglich ist, ein einarmigter Hebel: die Rolle ersterer Art ist bloß eine Leitscheibe zur bequemen Bewegung, jene der zweiten Art ist eigentlich eine Maschine, und verstärket die Kraft.

24.

Die Kraft der Rollen, welche in einem Flaschenzug vereint sind, stehet im Verhältniß der Anzahl der Stricke, welche den untern Kloben tragen oder $P = \frac{p}{N}$

25.

Werden die Rollen also zusammengesetzt, daß der Strick jeder Rolle fest gebunden ist, so hat

der Kloben noch so viel Kraft als ein anderer, an dem die Stricke nicht fest gemacht sind.

26.

Das Rad an der Welle ist ein gleicharmiger Hebel: um also das Gleichgewicht zu erhalten, muß sich an ihm die Kraft zur Last, wie der Halbmesser der Welle zum Halbmesser des Rades verhalten.

27.

Ist eine Last über eine schiefe Ebene zu bewegen, und ist die Richtung der Kraft der schiefen Ebene parallel, so verhält sie sich zur Last, wie die Höhe zur Länge. — Wirkt aber die Kraft mit einer Richtung, welche der Basis parallel ist, so ist im Gleichgewichte die Kraft zur Last, wie die Höhe zur Grundlinie.

28.

Der Keil ist eine schiefe Fläche, worauf die Richtung der Gewalt, womit sie bewegt wird, mit der Grundlinie parallel ist, es verhält sich die Kraft zur Last wie die Höhe zur Grundlinie, um das Gleichgewicht zu erhalten.

29.

Die Schraube ist ein Cilinder, um welchen eine schiefe Ebene herumliegt; die Kraft wirkt auf diese schiefe Ebene mit der Basis parallel: im Gleichgewichte ist daher die Kraft zur Last wie die Höhe (die Entfernung zweier Schraubengänge) zur Grundlinie (zur Peripherie der Spindel).

** Die Hindernisse der Bewegung z. B. die Reibung, die Steifigkeit der Stricke ꝛc. müssen bei der Anwendung der mechanischen Gesetze auf Maschinen ganz natürlich in Rechnung kommen.

30.

Hidrostatik.

Die Lehre vom Druck und dem Gleichgewichte der flüssigen Körper heißt Hidrostatik.

31.

Der Druck der Flüssigen auf den Boden der Gefässe, oder in einem Horizontalschnitte ist nicht allgemein im Verhältniß der Menge der Theile, wohl aber ist er allgemein im Verhältniß der Höhe.

32.

Der Druck flüssiger Wesen ist in einer gegebenen Höhe (oder Tiefe) aufwärts eben so stark als abwärts.

33.

Der Druck flüssiger Wesen ist im gleichen Tiefen nach allen Seiten gleich.

34.

Die Oberflächen flüssiger Wesen sind horizontal, wenn sie sich in Ruhe, im Gleichgewichte, befinden.

35.

Sind die Flüssigen in Gefässen, die miteinander durch Röhren (Kanäle) in Verbindung

 stehen,

stehen, von einerlei Dichtigkeit, so sind die Höhen gleich — im widrigen Falle haben die Höhen mit den Schweren eine verkehrte Proportion.

36.

Wenn ein fester Körper in einem Flüssigen getaucht wird, so verliert er genau so viel von seinem Gewicht, als das Gewicht des Flüssigen von gleichem Umfange mit ihm beträgt.

37.

Ein fester Körper, welcher eine gleiche specifische Schwere hat mit dem Flüssigen, sinkt so lange, bis er ganz untergetaucht ist, und ruhet in jeder Höhe — ist der feste Körper specifisch leichter, sinkt er so lange, bis das von der Stelle getriebene Flüssige so viel wiegt, als der eingesenkte Körper. Ist endlich der untergetauchte Körper specifisch schwerer, so sinkt er ganz unter.

* Hierauf gründen sich die Werkzeuge, welche man Aräometer und hidrostatische Wage heißt; — wir beschreiben ihre Einrichtung, und lehren ihren Gebrauch —

III. Phisische Chemie.

38.

Wir erzählen die Naturgeschichte von den Mineralien als nöthige Vorkenntniß zur Chemie.

39.

Auch erklären wir die Kunstwörter, welche in der phisischen Chemie oft vorkommen.

40.

Chemische Behandlung der festen Körper, wobei der Zusammenhang geschwächt aufgehoben wird — chemische Auflösung, Extraktion, Sublimation; wir erklären sie, und geben Gründe der Erscheinungen an.

41.

Chemische Abhandlung der festen Körper, wobei der Zusammenhang verstärkt wird — Verglasung, Reduktion..

42.

Chemische Behandlung der flüssigen Körper, wobei der Zusammenhang aufgehoben wird — Abdämpfung, Destillation.

43.

Chemische Behandlung der flüssigen Körper, wobei die aufgelösten Theile fester Körper abgesondert werden — Präcipitation, Kristallisation.

44.

Chemische Operation, wobei der Körper durch innerliche Bewegung aufgelöst, und ein neuer Körper entwickelt wird — Gährung und Gährungsarten... Wir geben von allem Erläuterung und führen Gründe der vorkommenden Erscheinungen an.

45.

45.

Bei der Ungewißheit, in der wir von der Anzahl der körperlichen Urstoffe sind, halten wir uns an eine Meinung, die bei ihrer Wahrscheinlichkeit uns eine vortheilhafte Uebersicht der Naturerscheinungen verschaffet.

46.

Feuer, Luft, Wasser, Erden, und ein salzigtes Wesen sind uns chemische Urstoffe.

47.

Endlich sagen wir auch unsere Meinung von dem Bemühen den Stein der Weisen zu suchen, und decken die Kniffe auf, deren sich gewisse Leute bedienen, um die Leichtgläubigen und Unvorsichtigen mit der eiteln Hoffnung des Findens zu hintergehen.

Von den Elementen, wie sie für uns da und sinnlich sind.

IV. Von der Luft.

48.

Die Luft, welche wir um uns her aller Orten bei einer schnellen Bewegung empfinden, nennen wir die gemeine, atmosphärische Luft; jene welche bei natürlichen und künstlichen Gährungen der Körper erhalten wird, die aus Körpern durch Auflösung entwickelte Luft.

49.

Außer dem, daß die gemeine Luft Schwere besitzt, sehr elastisch und flüssiger Natur ist, auf alle Körper vornemlich auf das Wasser und Brennliche starke Ziehekräfte ausübt, ist sie in diesen Eigenschaften unveränderlich.

50.

Die gemeine Luft ist durch ihre Federkraft Schallträgerinn, und macht, daß die ganze Natur für uns schallend, tönend, sprechend werde.

51.

Wir bestimmen die Gesetze des Schalles und der Töne, und erklären die hier einschlagenden Phönomene.

* Von den Entdeckungen des H. Chladni, die Töne sichtbar zu machen, und die Schwingungen ganzer Flächen in Rechnung zu bringen, historisch.

52.

Zu der aus Körpern durch Auflösung entwickelten Luft rechnen wir: 1. die Luftsäure 2. die phlogistische 3. die entzündliche 4. die nitröse 5. die dephlogistische; und halten sie für nichts anders, als für die durch Beimischung fremder Theilchen modificirte Elementarluft.

53.

Außer der dephlogistisirten und gemeinen Luft, ist keine Luftart respirabel; dennoch entwickeln sich die mephitischen Luftarten sehr häufig aus allen Gährungen, Fäulnissen, Verbrennungen u. d. gl.

54.

Die Natur bedient sich der Winde, des Wassers ꝛc. um die verdorbene Atmosphäre zu reinigen.

55.

Die Kunst versucht eben auch allerlei Mittel, die Nachtheile zu verhüten, die eine mephitische Luft anrichten kann: woher sehr nützliche medicinische Polizeianstalten entstanden sind, wir nennen diese, und geben Gründe davon an.

56.

Die Rauchwerke, wessen Namens sie auch immer sind, werden irrig zu den Verbesserungsmitteln der Luft gerechnet.

V. Vom Feuer.

57.

Wärme und Licht charakterisiren das Phänomen, welches wir Feuer nennen.

58.

Das Princip der Wärme und des Lichtes ist

Ele=

Elementarfeuer, welches in allen Körpern sich vorfindet, aber schläft, bis es äußerliche Umstände zur Thätigkeit bringen.

59.

Das in Thätigkeit gesetzte Feuerwesen wird bald in grösserer bald in kleinerer Menge losgemacht, bald feiner bald weniger fein entwickelt: daher folgende Erscheinungen

Wärme ohne Licht,

Licht ohne Wärme,

Wärme und Licht (schwaches oder starkes) zugleich,

die wir also bezeichnen 1. Wärme 2. Licht 3. Glut 4. Flamme.

60.

Die Wärme ist daher nicht bloß Wirkung der Bewegung kleinster Körpertheilchen; sie hat ein eigenes Wesen, die noch nicht ganz entwickelte Feuermaterie, zu Grund.

61.

Fließt die Wärmematerie aus einem warmen Körper anhaltend ab, und wird der Abfluß mit keiner neuen Wärmematerie im gleichen Maaße ersetzt, oder wird die rege Wärmematerie in einem warmen Körper figirt, und dadurch unwirksam gemacht, so empfinden wir beim Anfühlen so eines Körpers Kälte.

62.

62.

Die Kälte und die dabei vorkommenden Phänomene sind daher ganz wohl erklärbar, ohne daß man genöthigt ist, zu einer kaltmachenden Materie seine Zuflucht zu nehmen.

63.

Das Licht, welches die Körper sichtbar machet, ist höchst fein, bewegt sich mit einer erstaunlichen Geschwindigkeit, geradlinigt und gleichförmig, besitzt eine überaus grosse Federkraft, wirkt auf alle Körper auf eine ätzende Weise, und äußert, wenn es von der Sonne kommt, eine belebende Kraft auf die ganze Natur.

64.

Das Licht kann daher nicht wohl in einer Oscillation des Aethers bestehen; muß ein aus den leuchtenden Körpern ausströmendes Wesen — die völlig entwickelte Feuermaterie sein.

65.

Das Licht, so entwickelter Stoff es auch ist, besteht dennoch aus heterogenen Theilchen, die durch ein Prisma voneinander abgesondert, besondere und verschiedene Eindrücke auf unser Aug machen, und dadurch Ideen von verschiedenen Farben verursachen: die Farben sind daher nur modificirtes Licht.

66.

Glühend heißen wir jene Körper, in welchen sich die rege oder angefachte Wärmematerie durch

Hitze

Hitze und schwaches Licht wirksam äußert, und ihre Auflösung beginnet, ohne daß die aufgelösten und abgesonderten Theile leuchten.

67.

Ist die Auflösung des glühenden Körpers also angewachsen, daß die abgesonderten Theilchen leuchten, so flammet der Körper.

68.

Der Zutritt der Luft ist sowohl zum Entstehen als zur Erhaltung der Glut und der Flamme nothwendig; die Luft wirkt als chemisches Auflösungsmittel des Brennlichen: woraus die Erklärung des Gebrauches der Kamine, Zuglöcher, Röste ꝛc.

69.

Unter die merkwürdigsten Erscheinungen beim Feuer zählen wir jene des Schießpulvers, der Pirophore, des Phosphors ꝛc. — wir geben Erklärung davon.

70.

Auch sagen wir unsere Meinung über das Centralfeuer, und griechisches Feuer.

VI. Von dem Wasser.

71.

Wasser ist ein flüssiger Körper ohne Geruch und Geschmack; Wärme verwandelt es in Dämpfe; Kälte in Eis.

72.

Das Wasser ist Auflösungsmittel der Salze, und vermittelst dieser das Auflösungsmittel vieler anderer vornehmlich der fetten Körper.

73.

Die Beimischung fremder Theile macht, daß wir verschiedene Wasser kennen von guten und bösen Beschaffenheiten ꝛc.

VII. Von der Erde.

74.

Die Erde ist ein schwach zusammenhängender undurchsichtiger, unschmelzbarer und im Wasser unauflöslicher Körper.

75.

Die verschiedene Verbindung der Erde mit heterogenen Theilen gründet die Eintheilung in mancherlei Erdarten, als da sind: Kalk= Gips= Metall= Thon= Glas=Erden.

76.

Die Erde ist für sich nicht fruchtbar; bedeckt aber den Saamen und die Wurzeln der Pflanzengewächse; befestigt sie; nimmt die Einflüsse des Sonnenlichtes und der Luft auf, und ist die Offizine, worinn die Natur die Pflanzennahrung zubereitet, und den Erdgewächsen zuführet.

VIII.

VIII. Vom Salz.

77.

Salz ist jenes körperliche Wesen, welches sich im Wasser auflösen läßt, im Feuer nicht verbrinnt, und auf der Zunge einen Geschmack erregt.

78.

Gleichwie wir kein Element ungemischt kennen; so besteht auch der saure Grundstoff der Körper aus fremdartigen Theilen, aus deren Mischung mit dem sauren Princip große Verschiedenheiten der Salze entspringen.

79.

Wir zählen vier aus Mischung entstandene Hauptgattungen der Salze 1. Säuren, 2. Alkalien, 3. Neutralsalze, 4. Mittelsalze.

IX. Die Lehre von den Naturalien.

80.

Zu den Naturalien zählen wir die Mineralien, die Pflanzen und die Thiere, und benennen diese Hauptklassen der Naturalien **Reiche der Natur.**

81.

Wir rechnen zum Mineralreich 1. die Erden, 2. die Salze, 3. die brennlichen Körper, welche innerhalb der Erde erzeugt werden, 4. die Steine, 5. die Metalle.

82.

Alle mineralische Körper halten wir für Gemische und Verbindungen der fünf Elemente; ihrer Verschiedenheit Grund finden wir in der verschiedenen Proportion, Innigkeit ꝛc. der gemischten Urstoffe.

83.

Die Versteinerungen und die Inkrustaten sehen wir für Wirkungen an einer Auflösung und eines Niederschlages nach chemischen Gesetzen.

84.

Zum Pflanzenreiche gehören alle Pflanzen, Gesträuche, Bäume, Moose, und Schwämme.

85.

Die Staubwege und Staubfäden sind die Kennzeichen, woran man die männlichen, weiblichen und Zwitterblumen unterscheidet.

86.

Die Nahrung der Pflanzen ist ein seifenartiger Saft, der aus innigem Gemische von Erden, Salz, Oel, Wasser und Luft besteht.

87.

Den Saft ziehen die Bäume durch die Wurzeln ein, und leiten ihn durch die Saftkanäle, womit alle Pflanzen versehen sind, durch alle Theile fort.

88.

Die Blätter sind die Zierde der Bäume; sie sind aber auch voll Löcherchen, wodurch die Bäume theils ihre überflüssigen feuchten Theile ausdünsten, theils

durch

durch dieselben aus der Atmosphäre phlogische Luft, zur Nahrung oder Arznei, einziehen.

89.

Die grünen, gesunden und ausgewachsenen Blätter der Pflanzen reinigen der Sonne bloß gestellt die Atmosphäre von phlogistischer und fixer Luft, und düften dafür eine reine dephlogistisirte aus.

90.

Zur Nachtzeit, und im Schatten ruhen die grünen Pflanzen von diesem heilsamen Geschäfte.

91.

Alle Thiere entstehen aus Saamen, auch die Würmer, Moden 2c.

92.

Der Kopf, die Brusthöhle und der Unterleib sind die fürnehmsten Theile des Menschenkörpers.

93.

Im Kopf vereinen sich alle Sinne, das Gesicht, das Gehör, der Geruch, der Geschmack, das Gefühl, welches letztere sich durch den ganzen Körper ausbreitet. Wir geben Erklärung von dem Bau des Auges, des Ohrs 2c.

94.

Das Empfinden geschieht mittels der Nerven.

95.

Die Respiration wird durch die Lungen verrichtet, in denen die eingeathmete Luft als Auflösungsmittel des angehäuften brennlichen wirket.

 96.

96.

Das Herz und dessen unaufhörliche Bewegung ist dazu bestimmt, daß es das Blut wie ein Plumpwerk in stätem Umlaufe erhält.

X. Von unserer Erdkugel.

(Phisische Geographie.)

97.

Unsere Erde hat eine Kugelgestalt, worauf wir zwei Pole, den Nord- und Südpol, und mehrere Kreise vornehmlich den Aequatuor, den Meridian, und den Horizon unterscheiden. Gegen die Pole hat die Erde eine Abplattung, gegen den Aequatuor eine Verlängerung.

98.

Die Oberfläche der Erde ist theils mit Wasser bedeckt, theils besteht sie aus trockenem Lande, und den ganzen Erdkörper umgiebt der Luftkreis: daher eine dreifache Abhandlung von der Erdkugel a. Von den Gewässern. b. Vom trockenem Lande, und c. Von der Atmosphäre.

99.

Vom Gewässer: — Quellen, Bäche, Flüsse, Ströme, Seen, Pfützen, Weiher, Meere — sind die vornehmsten Namen, womit wir die Gewässer der Erde bezeichnen.

100.

Regen, Schnee, Thau u. d. gl. reichen zu, alle

Quel-

Quellen, Flüsse, Seen, Meere 2c. mit Wasser zu versehen, und den Pflanzen und Thieren nöthigen Getrank zu verschaffen, daß es also unnöthig ist, ihren Ursprung aus einer andern Ursache herzuleiten.

101.

Fluth und Ebbe sind Erscheinungen auf dem Meere, deren Grund in der allgemeinen Ziehekraft des Mondes und der Sonne zu suchen ist.

102.

Auf dem trockenen Lande entdecken wir grosse Ungleichheiten, Ebenen, Anhöhen, Berge 2c. — Berge aneinander gereihet und in einer Kette fortlaufend heißen Gebirge.

103.

Die Beschaffenheiten der Berge sind unsere Urkunden, woraus wir ihr Alter schätzen. — Wir unterscheiden ursprüngliche, deren Alter wir bis zum Anfange der Welt hinausrechnen, neue und neuere, die in einer grossen Revolution ihren Grund haben.

104.

Die Hipothesen des Whiston, des Burnet, des Wootwart 2c. von dieser Revolution, sind zu willkührlich und unzureichend, die Erscheinungen zu erklären.

105.

Zur itzigen Beschaffenheit der Erde haben, ausser der Noachschen Fluth, mehrere Ursachen beigetragen, wir zählen darunter die eigenthümliche Schwere der Erde, die tägliche Ebbe

 und

und Fluth des Meeres, die ståte Bewegung des Meers von Osten nach Westen, die Erdbeben, die Stürme, Orkane, die Regengüsse, Ströme, Gießbäche ꝛc. — den Fleiß der Menschen und die Kultur des Bodens ꝛc.

Von der Atmosphäre.

106.

Begriffe, von Atmosphäre, Meteoren — Heterogenität der Atmosphäre.

107.

Einflüsse der atmosphärischen Beschaffenheiten und Erscheinungen auf Gesundheit und Leben — Gedeihen und Mißwachs der Pflanzen — Vergnügungen und Schrecken der Menschen ꝛc.

108.

Eigenschaften der Atmosphäre.

1. Schwere, Federkraft und der daraus entstehende bald grössere bald kleinere Druck der Luft.

* Vom Borometer, Barafkop (virtikales, diagonales, conisches, horizontales), Barometer mit Scheiben, — Gebrauch des Nonius, und Verfertigung der Barometer.

2. Kälte, Wärme.

* Vom Thermometer des Drebell's, des Newtons, der Florentiner, des Fahrenheits, Reaumurs, Delisle's.

3. Feuchte, Trockenheit.

* Higrometer, und verschiedene Constructionen.

4. Respirabilität — bessere, schlechtere.

* Vom Eudiometer.

5. Atmosphärische Fluth und Ebbe.

* Unsere Vermuthung von ihrem Einfluß auf andere Lufterscheinungen, auf das Barometer ꝛc.

109.

Lufterscheinungen.

1. Wässerigte: — Ausdünstung der Gewässer und der feuchten Erde — ist eine natürlich chemische Auflösung, wobei die Luft als Auflösungsmittel wirket. Nebel, Wolken, Thau, Regen ꝛc. sind so viele Präcipitationen.

* Vom Atmometer.

* Vom Hietometer, Ombrometer ꝛc.

* Erklärung der mannigfaltigen Phönomene, welche dabei vorkommen, wie auch der sogenannten Wunderregen.

Reife, Schnee — sind Cristallisationen ꝛc.

* Mehlthau (Honigthau) wird irrig unter die Lufterscheinungen gezählet.

2. Farbigte: — Regenbogen gefärbte Ringe um Sonn und Mond, der Nordschein, das Zodiakallicht, die Erscheinung mehrerer Sonnen und Monde, Morgen- und Abendröthe ꝛc.

* Erklärungen aus Refractionen und Reflexionen des Lichtes ꝛc.

3. Feurige: —Irrlichter, fliegende Drachen, hüpfende Ziegen, feurige Kugeln, Sternschnuppen.

* Wir geben Begriffe von diesen Erscheinungen, und leiten sie größtentheils von der sich natürlich entwickelten brennbaren Luft her.

4. Winde — beständige, periodische, Sturmwinde, Orkane, Wirbelwinde ꝛc. den allgemeinen Ursprung der Winde finden wir in Kälte und Wärme, Ausdünstungen der Erde, unterirdischen Luftausbrüchen ꝛc. welche das Gleichgewicht in der Atmosphäre stören ꝛc.

Geschwindigkeit der Winde ist sehr groß.
Die Stärke ist gewaltig ꝛc.
Die Richtung verschieden.

* Von Windmesser, Windzeiger, Anemometer ꝛc.

110.

5. Gewitterphönomene.

Die Gewitter (tempestates) erscheinen allemal unter Blitz und Donner, und zuweilen mit Blitzstral, Hagel, und Wolkenbruch.

111.

Diese Erscheinungen sind entweder ganz oder zum Theil in der Gewittermaterie gegründet.

112.

Erfolgt daher eine Entladung der Gewittermaterie in großer Quantität auf einmal, so entsteht ein Blitz oder ein Blitzstral.

113.

113.

Geschieht das Ueberströmen der Gewittermaterie aus einer Wolke in die andere, so heißt, die Erscheinung Blitz (Fulgur). Stürzt aber die Gewittermaterie in grosser Quantität auf einmal aus den Wolken auf die Erde oder aus dieser in die Wolken, so nennt man die Erscheinung Blitz-Wetterstral (Fulmen).

* Vom Wetterleuchten, kalten Schlage rc.

114.

Das erschütternde Gekrach manchen Donners ist durch die blosse Ausdehnung der Luft, welche die hervorbrechende Gewittermaterie wirket, und dadurch eine mächtige Erschütterung in der Atmosphäre verursachet, nicht hinlänglich erklärbar. Uns dünkt, daß die Verpuffung entzündlicher Dünste, die sich in der Atmosphäre gesammelt, größtentheils den gewaltigen Donner gründe.

115.

Zur Erzeugung des Hagels wirkt die Gewittermaterie mächtig mit.

116.

Die Wolkenbrüche sind größtentheils einem Sturme zuzuschreiben, welcher die Wolken jähling zusammenpresset, und das Wasser auf einmal aus dem Gewölke gleichsam auswindet.

117.

6. Die Wasserhose (Prester) hat eben auch in der Gewittermaterie größtentheils ihren Grund.

118.

7. Höhenrauch, (Heiderauch, Sommerrauch, trockener Nebel).

* Wir sagen hierüber unsere Meinung, wie auch über den sogenannten flügenden Sommer (fila diuae Virginis).

119.

Wir sagen unsere Meinung von Wetterdeutungen.

120.

Und geben die Weise an, Wettertabellen zu verfertigen.

XI. Vom ganzen Weltgebäude.

(Phisische Astronomie.)

121.

Wir betrachten a die Himmelskörper insbesondere, b. in ihrer Verbindung, und c. in den wichtigsten Folgen dieser Verbindung.

122.

Die Sonne und die Sterne glänzen mit eigenem Licht; die Planeten aber, und ihre Trabanten empfangen ihr Licht von der Sonne.

123.

Die Kometen sind den Planeten ähnliche Körper, nur ist ihre Laufbahne sehr excentrisch.

124.

Die Sonne ist der Mittelpunct des Planeten-

him-

himmels, um die Sonne bewegen sich die Planeten in folgender Ordnung der Merkurius, die Venus, die Erde mit ihrem Mond, Mars, Jupiter mit seinen vier Trabanten, Saturnus mit seinen fünf Trabanten, und nach **Herschel** der **Uranus** (Sidus Georgium).

125.

Die Sonnen- und Mondesfinsternissen sind natürliche Folgen des Weltsistems: wir erklären sie.

126.

Der Wechsel und Aenderungen der Täge und Nächte und der Jahrszeiten hangen ab von der Neigung der Erdachse auf die Ekliptik, und von der Bewegung der Erde um ihre Achse und auf ihrer eliptischen Laufbahne um die Sonne.

XII. Von der Elektricität.

127.

Jedem Körper kömmt von Natür aus ein gewisses Quantum elektrischer Materie zu.

128.

Die in allen Körpern vorhandene elektrische Materie wird erst nach gestörtem Gleichgewichts wirksam.

129.

Das Reiben, oder einer Reibung ähnliche Bewegung der Körpertheilchen, bringt die Störung des Gleichgewechtes in der elektrischen Materie herfür.

130.

Reiben sich zwei Körper aneinander, und wird dadurch die Elektricität wirksam, so werden beide sich einander entgegen gesetzt elektrisch.

131.

Die entgegen gesetzten Elektricitäten erklären wir durch die Anhäufung in einem Körper und durch die Erschöpfung der Elektricität in dem andern, durch eine Plus- und Minuselektricität.

132.

Beide Arten von Elektricitäten erstrecken ihre Wirkungskreise in die Ferne.

133.

Tritt ein Körper in die Wirkungssphäre eines elektrisirten Körpers ein, so erhält der eingetretene Theil eine Electricität, die jener des elektrisirten Körpers gerade entgegen gesetzt ist.

134.

Es giebt Körper, welche auf die elektrische Materie eine sehr starke Ziehekraft und zwar schon in weiten Entfernungen ausüben; andere, welche eine starke Ziehekraft auf dieselbe nur in kurzen Abstanden äußern: jene leiten die elektrische Materie schnell, diese sehr langsam ab: daher benennen wir jene Leiter diese Nichtleiter der elektrischen Materie.

135.

Die Theile der elektrischen Materie ziehen Körper aller Art an, stossen aber sich einander gewaltig ab.

136.

Auf diesen Gesetzen beruhet die Erklärung der Erscheinungen bei den Elektrophoren, Glas- Harz-Elektrophoren, und den Luftelektrophoren, des elektrischen Condensators oder Mikroelektrometers.

137.

Die Lagene, welche man Verstärkungsglas nennet, ist ein Elektrophor unter einer besondern Gestalt.

138.

Die Anhäufung der elektrischen Materie auf einer Seite des Glases und die Entladung aus der andern, gründet die elektrische Explosion.

139.

Mittels der Maschinen bringt die Kunst erstaunliche Wirkungen hervor, zum Beweise berufen wir uns auf die Maschine des van Marum's, beschreiben sie, und zeigen Abdrücke von ihren Wirkungen vor.

140.

Wir sagen auch unsere Meinung über andere elektrische Werkzeuge z. B.

über die Elektrometer,
Funkenmesser,
Elektricitätsforscher rc.

141.

Wir erzählen die elektrischen Erscheinungen, die unter dem Namen elektrische Pausen bekannt geworden

worden sind, und gefragt, fügen wir auch **unser Vielleicht** hinzu.

142.

Der Krampffisch und die Zitteraal sind natürliche elektrische Maschinen: diese Behauptung gründen wir auf die Erfahrungen Reaumurs, Lorenzinis, Walsh, und Hunters.

143.

Turmalin erhält, wie uns dünkt, bei der Erhitzung im heissen Wasser, zwei Pole, deren einer positiv, der andere negativ elektrisch ist, woraus sich die Erklärung der übrigen Erscheinungen dieses elektrischen Steines sehr natürlich ergiebt.

144.

Die Gewittermaterie ist nichts anders als eine elektrische.

145.

Das Läuten der Klocken und das Schüssen mit Geschützen sind ganz unkräftige Mittel gegen die Gewitter.

146.

Wohl aber sind Metallstangen, die über den höchsten Theil der Gebäude hinausreichen, an diesen ununterbrochen bis unter die Erde fortlaufen, die wahren und zuverlässigen Mittel gegen das Schaden des Wetterstrals.

147.

Eben diese Blitzableitende Anrichtungen sind wahrscheinlicher Weise auch Hagelableiter, wenn sie

sie in einer Gegend auf dem Felde in beträchtlicher Menge aufgerichtet werden.

* Vom Luftelektrometer.

148.

Endlich erzählen wir die Geschichte von den allmäligen Entdeckungen in der Elektricität, und

Von den Meinungen, Sistemen ꝛc. der Gelehrten von den Ursachen der elektrischen Erscheinungen.

XIII. Vom Magnet.

149.

Die magnetischen Erscheinungen sind sonderbar und mannigfaltig. Unter die fürnehmsten zählen wir die Richtung der Magnetnadel nach Norden, ihre Abweichung vom Nordpol, ihre Senkung zum Horizon — das Fliehen zweier gleichnamiger Pole, und das Anziehen der ungleichnamigen.

150.

Ungeachtet der vielen Theorien, die entstanden sind, um die magnetischen Phönomene zu erklären, ist unsere Kenntniß von der Natur des Magnets noch sehr eingeschränkt.

151.

Wir vermuthen, es sei in der Natur ein eigenes substanziáles Wesen, welches den Grund aller magnetischen Erscheinungen enthält, so

wie es ein eigenes Wesen in der Natur giebt, das die elektrischen Erscheinungen verursacht.

152.

Dieses magnetische Wesen kann nicht einerlei mit der elektrischen Materie sein.

153.

Ist auch nicht dasjenige, welchem die sogenannte Magnetiseurs die Wirkungen des thierischen Magnetismus zueignen.

154.

Vielleicht ist dieses eigene magnetische Wesen, welches wir meinen, durch die ganze Natur alswie die elektrische Materie ausgegossen, und wird erst nach gestörtem Gleichgewichte wirksam.

155.

Vielleicht sind der natürliche Magnetstein, das Eisen und die Platina, die izt bekannten Leiter, die übrigen Körper aber Nichtleiter der magnetischen Materie.

156.

Vielleicht sind gerade die Pole eines Magnetes jene sich einander entgegengesetzte Extreme, an denen das Gleichgewicht am stärksten gestöret, und in einem derselben angehäuft, in dem andern aber erschöpft ist.

157.

Vielleicht ist jenes Extrem, das wir den Nordpol nennen negativ, und jenes, das wir den Südpol heißen: positiv magnetisch.

158.

Diese Vielleichts, die wir mit einigen Gründen belegen, sollen einsweilen als Winke zu fernern neuen Versuchen gelten.

159.

Vom thierischen Magnetism, von der Theorie desselben, vom Somnambulism, von Desorganisation, Divination u. d. gl. historisch.

Landwirthschaft.

Vom Obstbau.

1.

Der Obstbau ist ein wichtiger Zweig der Landwirthschaft. Ein Obstbaum nimmt ein kleines Erdreich ein, braucht geringe Pflege, und fodert kleinen Aufwand; dennoch übertrift der Ertrag desselben gar oft den Ertrag eines mit Mühe und Kosten bebauten Ackers.

2.

Das Obst erspart eine halbe Erndte, und giebt gedörrt eine einträgliche Kaufmannswaare.

3.

Auch ein guter Getrank läßt sich aus dem Obst bereiten; das vom Torkeln zurückgebliebene

Treber giebt Brantewein, und hernach noch Futter für das Vieh.

4.

Vor Alters war Deutschland ein waldiges, sumpfiges, eiskaltes Land, und man kannte darinn außer einigen wildwachsenden Aepfeln und Birnen, kleinen Kirschen 2c. kein *Obst*.

5.

Nach Veredlung des deutschen Bodens, wozu die Errichtung der Bisthümer und die Mönche vieles beigetragen, wurde auch in unserm Vaterlande auf die Erziehung besseres Obstes Bedacht genommen.

6.

Wir bemerken den Gang der Natur im Aussäen und Anpflanzen der Bäume, und *abstrahieren* Regeln zur Verbesserung des Obstes.

7.

Diese Regeln sind uns auch die Richtschnur bei Anlegung einer Baumschule, als *eines* nöthigen Behufs zur Vervollkommung des Obstes.

8.

Unter die Handgriffe, dem schon erwachsenen Baum bessere Obstsorten einzugeben, rechnen wir das Aeugeln, Pfropfen und Kopuliren.

9.

Die Zweige müssen mit dem Stamm, dem sie aufgesetzt werden, möglichst homogen sein.

10.

10.

Die Zeit des Zweigens ist nicht bloß auf den April eingeschrenkt; es mag bis in Mitte des Junius mit gutem Erfolge gepfropft werden.

11.

Wir geben Maaßregeln zur Wartung der gepfropften Zweige.

12.

Bei Anlegung eines Baumgartens oder bei Einpflanzung mehrerer Bäume auf freiem Felde, Wiesen, 2c. ist jenen Bäumen der Vorzug zu geben, welche seltener versagen, welche Obst bringen, das guten Geschmack hat, gedörrt noch wohl fleischig ist, und als Kaufmannswaare vieles einbringet, und das etwa auch guten Getrank darbeut. Wir geben Mittel an, diese Absichten zu erreichen.

13.

Man darf den Baum nicht auf Gerademohl verpflanzen, man muß auf die Beschaffenheit der Bäume Rücksicht nehmen, und ihnen Stelle und Boden anweisen, die ihnen behaglich ist — auch ist auf Ordnung im Anflanzen zu sehen.

14.

Wird ein Baum versetzt, so ist dieß die Hauptregel: "Er leide die möglichst geringe Aenderung."

15.

Wir ziehen die Herbstzeit der Frühlingszeit vor, um glücklich Bäume zu versetzen, und geben Gründe für diesen Vorzug an.

16.

Der versetzte Baum darf nicht ohne alle Pflege gelassen werden.

17.

Von der Sage, man müsse die Bäume mit Rücksicht auf den Vollmond oder einer gewissen Stellung der Sterne versetzen, halten wir so viel, als von der Sage, man müsse nur mit Rücksicht auf die Aderlaßtafel zur Ader lassen.

18.

Die Bäume haben ihre Krankheiten wie die Thiere.

19.

Wir geben die Kennzeichen der Baumkrankheiten an, decken die Quellen derselben auf, und verordnen Hilfsmittel.

20.

Gegen die Krankheiten der Bäume, welche außerordentliche Witterungen veranlassen, giebt es keine Arznei in der Kunstapotheke.

21.

Das Einbinden der Bäume mit Stroh gegen die Kälte halten wir in hohen Gegenden und an kalten Orten für überflüssig, aber an niedern, und warmen Orten für sehr rathsam: wir geben Gründe dafür an.

22.

Wir sagen auch unsere Meinung über die Entdeckung der sogenannten Frostableiter.

23.

Wir nennen einige Kunstgriffe, die Bäume alle Jahre fruchtbar zu machen.

24.

Endlich lehren wir, wie das Obst mit Vortheil zu gewinnen, dasselbe lange rohe aufzubehalten, oder mit Nutzen zu dörren sei.

Sätze aus der Einleitung in die Aesthetik.

1.

Es giebt etwas in der Welt, das man **Schön** heißet, so wie man etwas wahr, und etwas gut nennet.

2.

Alle Menschen, wenn sie zum freien Gebrauche der Vernunft kommen, bemerken, ohne Vernunftschluß, mit sinnlichen Wohlgefallen, das Schöne, wo es ist, und unterschieden es vom Häßlichen, oder Minderschönen: d. i. es giebt ein **Schönheitsgefühl.**

3.

Die **Gründe** des **Schönen** lassen sich entdecken, sammeln, ordnen, verbinden, in ein Sistem bringen, d. i. es ist eine **Schönheitslehre** möglich, welche die Gründe des Schönen kennet, und angiebt.

4.

Man hat zu allen Zeiten Gründe des Schönen in einzelen Künsten angegeben: aber in eine **wissenschaftliche Form** unter dem Namen **Aesthetik** sind sie erst vor nicht vielen Jahren eingekleidet worden

den von Alexander Gottlieb Baumgarten einem tiefdenkenden Philosophen an der Universität zu Frankfurt an der Oder.

5.

Aesthetik ist also die **Theorie des Schönen**, oder die **philosophische Wissenschaft, welche die Gründe des Schönen kennet und lehret.**

* Ihre unmittelbare Absicht ist Bildung **des Geschmackes**, oder des **Schönheitsgefühls**: deßwegen heißet man sie auch **Geschmackslehre, Schönheitslehre.**

** Ihre mittelbare Absicht ist **Erweckung guter Empfindungen.** Daher hat sie eigentlich ihre Benamsung, **Empfindungslehre**, vom griechischen Worte αισθησις, Empfindung.

*** Sie ist ein Theil der Philosophie, insofern diese sich mit der Bestimmung des Menschen beschäftiget. Die Logik bildet durch das Wahre das Denken des Menschen, und ist Philosophie des **Geistes**; die Moralphilosophie leitet durch das Gute das Wollen des Menschen und ist **Philosophie des Herzens**; die Aesthetik bildet durch das Schöne das Empfinden des Menschen, und ist **Philosophie des Geschmackes.**

6.

Der **Gegenstand der Aesthetik** ist das **Schöne**, das theils in den Werken der Natur, theils in den Werken der Kunst liegt.

* Hier wird der vielfache Sinn des Wortes Kunst erklärt, was sie ist, objektivisch, was subjektivisch genommen, was sie ist, wenn sie der Natur entgegen gestellt wird. Es wird auch erklärt der Unterschied zwischen mechanischen und schönen Künsten.

7.

7.

Das Gebiet der Aesthetik begreift in sich nur die schönen Künste, die ein Ausdruck des Schönen sind, das sie der Natur abborgen, und in ihre Werke hinüberbringen. Ihr Unterschied entsteht theils aus der Verschiedenheit der Gegenstände, die sie bearbeiten, theils aus der Verschiedenheit der Zeichen, deren sie sich zur Darstellung derselben Gegenstände bedienen.

8.

Aus der Verschiedenheit der Zeichen entsteht die Eintheilung in die Redenden, und Nichtredenden Künste: die erste bedienen sich willkührlicher Zeichen, d. i. der Worte, die mit bezeichneten Objekten in keiner nothwendigen Verbindung stehen, und nur durch Unterricht bekannt werden. Diese heissen auch die schönen Wissenschaften, und sind Dicht= und Redekunst.

9.

Die Nichtredenden bedienen sich natürlicher nothwendiger Zeichen, deren auffallende Aehnlichkeit mit den Gegenständen selbst sie jedem Auge und Ohr deutlich und verständlich macht, sobald ihm diese nicht ganz unbekannt sind. Diese werden in zwo Hauptklassen eingetheilt, in jene, die körperliche, und in jene, die unkörperliche Gegenstände bezeichnen.

10.

Die erste Klasse enthält die zeichnenden, die bildenden, und die ordnenden Künste, als die Malerei oder den Ausdruck des Schönen in Far=

ben, die Bildhauerkunst, oder den Ausdruck des Schönen in Formen und körperlicher Extension, die Gartenkunst, oder der Ausdruck des Schönen in kunstreichen Gefilden, u. s. f.

11.

Die andere Klasse enthält die Mimik, oder den Ausdruck des Schönen durch Gebehrden; die Tonkunst, oder den Ausdruck des Schönen durch Töne, u. s. w.

12.

Das gemeinschäftliche Wesen, und der höchste Grundsatz der schönen Künsten besteht in sinnlich dargestellter Vollkommenheit einer Sache zur Erweckung guter Empfindungen; wenigst verträgt dieser Grundsatz eine weit leichtere und allgemeinere Anwendung, alswenn man mit Batteux die Nachahmung der schönen Natur dafür annimmt.

13.

Das Zusammentreffen mehrerer schönen Künste in einem Kunstwerke verstärkt den Eindruck derselben. So wirken in einem Schauspiele die Dichtkunst, die Mimik, die Malerkunst, die Musik 2c. mit vereinigter Kraft auf die Menschenseele.

14.

Die gemeinschäftliche Absicht der schönen Künste ist alles Schöne, Gute, und Edle, das in der weiten Gotteswelt zerstreuet ist, uns näher zu bringen, sie heben das Merkwürdigste aus der Vorwelt heraus, und vergegenwärtigen es uns in Re-

den,

den, Gedichten, Gemälden, Kupferstichen, Statuen, Tönen ꝛc. sie stellen uns merkwürdige Scenen der sittlichen Welt, die wir selbst wahrzunehmen keine Gelegenheit haben, so lebhaft vor, daß wir Zuschauer der geheimsten Begebenheiten in Pallästen und Hütten werden können. Sie sammeln körperliche und unkörperliche Schönheiten, welche einzeln wenig Eindruck auf uns machen würden, in ein mächtig wirkendes Ganze zusammen, das uns entzückt, und zur Thätigkeit begeistert. Sie koncentriren in Absicht auf das Sittliche alle Beweggründe des Guten, und Abschreckungsgründe des Bösen, die einzeln und nach langen Zwischenräumen nur schwach auf den Menschen wirken, in eine Rede, in ein Lied, wodurch ihre Wirkung ungemein verstärkt wird. Sie bringen uns in Bekanntschaft mit allen grossen Männern der Vorwelt; sie lassen uns ihre weise Reden hören, ihre Charaktere, selbst ihre Personen sehen ꝛc.

15.

Nebst diesen sehr beträchtlichen Vortheilen verschaffen uns die schönen Künste noch andere.

a) Sie bilden unsern Geschmack, ohne den jede Gelehrsamkeit roh und barbarisch, gewiß weniger gefällig und wirksam ist.

b) Sie verschaffen uns die reinsten und anständigsten Gemüthserholungen nach ernsten Geschäften.

c) Sie verfeinern den sittlichen Charakter, machen uns sanfter, milder, und empfänglicher jedes guten Eindruckes.

d)

d) Und pflanzen edle Empfindungen in das Herz, die zu grossen Thaten aufwecken und begeistern.

16.

Das Studium der schönen Künste hat seine Feinde. Diese legen ihm zur Last, 1. den Verfall gründlicher Gelehrsamkeit, 2. das Verderbniß guter Sitten. Wir leugnen nicht den Misbrauch, den manche mit den schönen Künsten, wie mit jeder guten Sache machen. Aber wir warnen vorm Misbrauche, und geben Anweisungen zum ächten Gebrauche.

17.

Wider den Verfall gründlicher Gelehrsamkeit schreiben wir folgende Regeln vor.

1.) Wähle den **Mittelweg**, und verbinde das ernsthafte Studium mit dem Angenehmen. Es ist gleich weit gefehlt, wenn ernsthafte Lehrer nichts vom Schönen, und die schönen Geister nichts vom Ernsthaften wissen wollen.

2.) Hüte dich vor **Empfindelei**, oder überspannter Empfindsamkeit, welche weichlich machet, und öffne dein Herz edlen Empfindungen, die Helden machen, und eine Gabe Gottes, und grosser Reichtum sind, wie Claudius sagt.

3.) Beobachte die gehörige **Rangordnung** der Wissenschaften. Den ersten Platz sollen immer die ernsten Geschäfte unsres Standes behaupten. Die schönen Künste sollen nur die Gefährtinnen unsrer

Me=

Nebenstunden sein: in ihrem Schoose sollen wir **Erholung** nach dem wichtigen Amtesarbeiten, und Kraft zu folgenden Geschäften suchen. Nos, qui literis sumus addicti, animi lassitudinem aut corporis affectionem *e studiis grauioribus* contractam, ab iisdem studiis, sed *amaenioribus*, recreemus. Erasmus.

18.

Dem Sittenverderbnisse steuret die Beobachtung folgender Regeln.

1.) Die schönen Künste sollen unter **Vormundschaft der Vernunft und der Religion** stehen: auf ihren Misbrauch sollen Strafgesetze gemacht sein, wie auf Verfälschung der Münze.

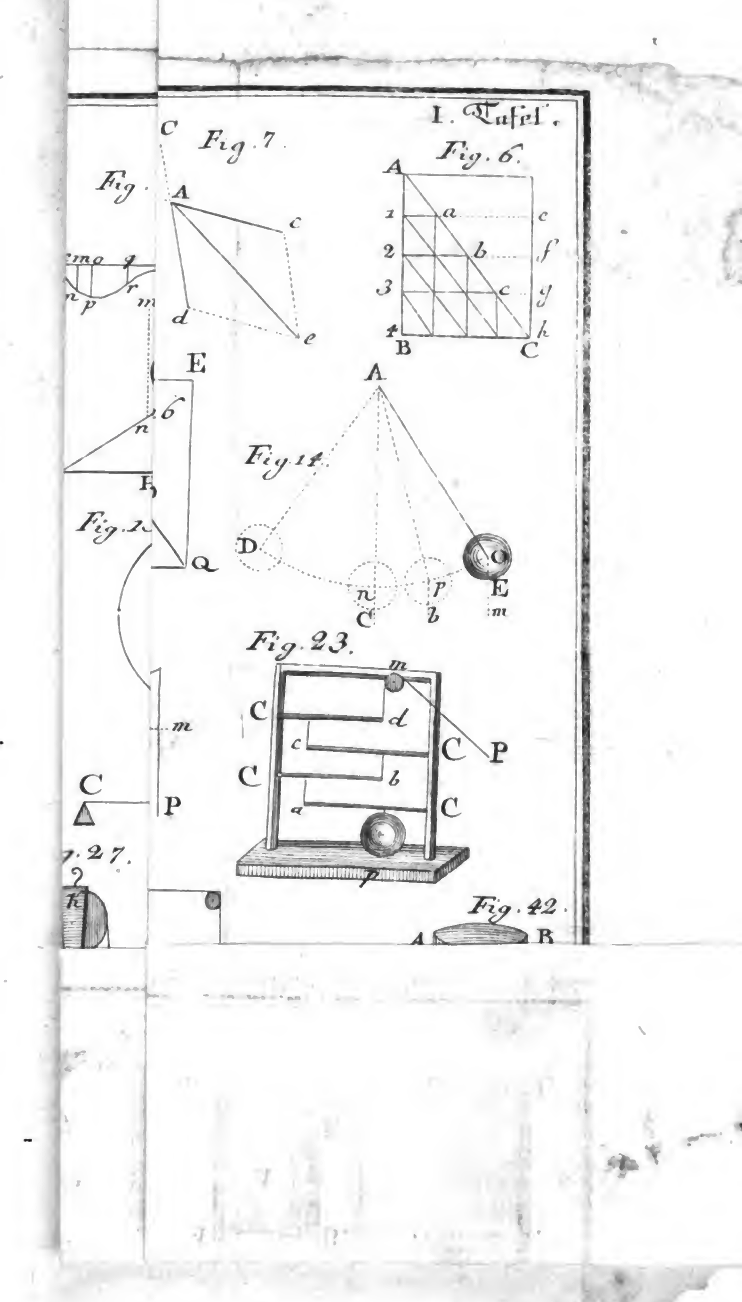
2.) Sieh das Studium der schönen Künste und Wissenschaften nur als **Mittel** zur wahren Glückseligkeit an, nicht als **Zweck**. Sind sie es nicht, verabscheue sie.

3.) Sei **gut**, und bestrebe dich immer besser zu werden, dieß ist das beste Bewahrungsmittel wider Verderbniß. Wer überzeugt ist, das jede Gelehrsamkeit, die Unschuld und Tugend tödtet, Aftergelehrheit ist, wird verführerische Kunstwerke seines Auges und Ohres unwürdig achten.

19.

Die Geschichte der schönen Künste verbreitet viel Licht auf die Kenntniß derselben. Sie ist in verschiedene Epochen eingetheilt. a. Vom Ursprunge, b. Von Verbreitung derselben unter verschiedenen Nationen. c. Vom Verfalle derselben in finstern Zeiten. d. Vom Wiederaufleben derselben in den neuern Zeiten. e. Von den vortreflichsten theoretischen Büchern f. und grösten Meistern jeder schönen Kunst.

Cum Facultate Reuerendissimi Ordinariatus Augustani.



I. Tafel.
Fig. 7.
Fig. 6.
Fig. 14.
Fig. 23.
Fig. 42.
Fig. 27.

